

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ISRAEL RIBEIRO MENDES DE OLIVEIRA

**MINERAÇÃO DE AREIA EM SAPOPEMA – PR: IMPACTOS AMBIENTAIS E
PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2016

ISRAELRIBEIRO MENDES DE OLIVEIRA

**MINERAÇÃO DE AREIA EM SAPOPEMA – PR: IMPACTOS AMBIENTAIS E
PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná -
Câmpus Londrina, para a obtenção do
título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof.Dr. Maurício Moreira dos
Santos

LONDRINA
2016



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

Mineração de Areia em Sapopema – PR: Impactos Ambientais e Proposta de
Recuperação de área Degradada

por

Israel Ribeiro Mendes de Oliveira

Monografia apresentada no dia 23 de novembro de 2016 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho _____ (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira
(UTFPR)

Prof. Dr. Marcelo Eduardo Freres Stipp
(UTFPR)

Profa. Dr. Maurício Moreira dos Santos
(UTFPR)
Orientador

Profa. Dra. Ligia Flávia Antunes Batista
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

Observação: este termo foi entregue impresso e assinado ao Professor Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e por ter me ajudado e guiado até aqui.

A minha Família e amigos que me deram todo o apoio e suporte ao longo desse caminho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Maurício Moreira dos Santos pela orientação, paciência e ajuda para a realização deste trabalho e para a realização do monitoramento em campo.

Ao Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira e o Prof. Marcelo Eduardo Freres Stipp pelas contribuições para o presente trabalho.

A Joyce Aparecida Pifano pelo carinho e companheirismo, e pela ajuda e incentivos para a realização desse trabalho.

RESUMO

O setor de construção civil apresentou um significativo crescimento nos últimos anos, levando assim a uma maior demanda de agregados, entre eles a areia. Os impactos causados pelos processos de lavra afetam principalmente a paisagem, pois consiste na remoção do solo e da vegetação do local para se ter acesso ao arenito. Com o fechamento da área por esgotamento, dos recursos ou inviabilização econômica da extração, é inevitável e necessário fazer o levantamento dos impactos que ocorrem na área de extração e elaborar medidas mitigadoras. Desse modo, o presente trabalho apresenta o monitoramento da movimentação de sedimentos com o uso de estacas, a caracterização física do solo, a avaliação dos impactos ambientais decorrentes da extração de areia, seus efeitos sobre a paisagem e propostas de técnicas para sua mitigação. Com o auxílio do Check-list e visitas de campo para monitorar o comportamento dos sedimentos no local, esse trabalho busca identificar os impactos e os classificar quanto a seu grau de influência sobre a transformação da paisagem, e apresentar propostas de mitigação e remediação para aqueles que apresentaram maior influência sobre o processo de transformação de paisagem.

Palavras-chave: Extração de Areia. Avaliação de Impactos Ambientais. Transformação da Paisagem. Medidas de Mitigação.

ABSTRACT

The construction sector has shown a significant growth in the last years, leading to a greater demand of aggregates among them the sand. The impacts caused by the mining processes affect mainly the landscape, since it consists of the removal of the soil and the vegetation of the place to have access to the sandstone. With the closure of the area due to resource depletion or economic impracticability of the extraction, it is inevitable and necessary to survey the impacts that occur in the extraction area and to develop mitigating measures. In this way, the present work presents the monitoring of the sediment movement with the use of cuttings, the physical characterization of the soil, the evaluation of the environmental impacts resulting from the extraction of sand, its effects on the landscape and proposals of techniques for its mitigation. With the help of Checklist and field visits to monitor the behavior of sediments on site, this work seeks to identify impacts and classify them as to their degree of influence on landscape transformation, and present mitigation and remediation proposals for those which had greater influence on the process of landscape transformation.

Keywords: Sand Extraction. Environment Impact Evaluation. Landscape Transformation. Mitigation Measures.

Lista de abreviações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PRAD	Plano de Recuperação de Área Degradada
Estocolmo'72	Conferência de Estocolmo de 1972
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMM	International Council on Mining & Metals
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
t	Tonelada
MS	Massa Seca
ha	Hectare
ITCG	Instituto de Terras, Cartografia e Geociências

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização da área de estudo, com o mapa de situação do estado do Paraná em destaque com os municípios de São Jerônimo da Serra e Paraná e mapa de detalhe com a delimitação da área de mineração de areia.	31
Figura 2 - Esquema da distribuição das estacas na área de extração a fim de verificar a movimentação do solo	33
Figura 3 - Modelo da estaca, apresentando pintura e numeração para facilitar identificação.	34
Figura 4 – Agitador e conjunto de peneiras montados usados no ensaio de peneiramento	36
Figura 5 - Curvas Granulométricas da área de extração de areia, evidenciando o comportamento físico das partículas das amostras P4, P6, P7, P8, P9 e P10.	42
Figura 6 - Curva granulométrica do ponto 11	43
Figura 7–Gráfico exibindo acúmulo e perda de solos nas estacas na área de estudo... ..	48
Figura 8–Pluviogramamensal do período de monitoramento	49
Figura 9 - Formação de sulco na parte posterior da estaca 7	50
Figura 10– Estaca 10 usada para medir a perda de talude.....	51
Figura 11 - Estaca 1 e 4 respectivamente, que obtiveram os menores valores de deposição de sedimentos.....	52
Figura 12 - Estaca 3 localizada próxima ao local onde a água da chuva se acumula e da origem a uma pequena lagoa.....	53
Figura 13 - Estaca 6 com o sistema de túneis no talude superior e Estaca 9 apresentando um maior acúmulo em sua parte detrás respectivamente	54
Figura 14 - Área de extração com talude instável, onde a seta verde indica a estaca nº 8 e as setas vermelhas indicam os acúmulos de origem de escorregamentos.....	55
Figura 15 - Ravinas formadas na encosta onde foi fixada a estaca 2	56
Figura 16 - Pilhas de estéril próximas a área recém desativada	57
Figura 17 – Talude onde ocorreu a extração de areia, em vermelho destaca-se a espessura da camada superficial do solo superior ao arenito.....	58
Figura 18 - Ravina se formando entre a área recém desativada e a de disposição de estéril.....	59
Figura 19 - Ravinamentos formados em encosta na entrada da área de extração	60
Figura 20- Formação de testemunhos em microescala devido a resistência que o material consolidado prove ao solo em sua base.....	61
Figura 21 - Vista do talude onde ocorreu movimentação do solo, apresentando cicatrizes de escorregamento.....	62

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Coordenadas de localização geográfica das estacas e suas alturas com relação ao nível do mar.....	32
Tabela 2 - Tamanho das peneiras.....	35
Tabela 3 - Coeficientes de Uniformidade e de Curvatura.....	44
Tabela 4 - Teor de umidade dos solos analisados	45
Tabela 5 - Resultados de perda e acúmulo de sedimentos	47
Tabela 6 - Influencia dos aspectos, efeito e impactos ambientais na transformação da paisagem.....	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 MINERAÇÃO	14
3.2 ASPECTOS LEGAIS	16
3.2.1 Legislação Ambiental	17
3.2.2 Legislação Mineraria	17
3.3 IMPACTOS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO	19
3.3.1 Impactos sobre as águas	19
3.3.2 Resíduos Sólidos	21
3.3.3 Impactos sobre a atmosfera	22
3.3.4 Impactos sobre o ecossistema	23
3.3.5 Impactos sobre o solo	24
3.4 ASPECTOS AMBIENTAIS	26
3.4.1 Aspectos da mineração	26
3.4.2 Aspectos de paisagem	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA	29
4.2 ANÁLISES DO SOLO	29
4.2.1 Fixação das estacas e coleta de solo	30
4.2.2 Ensaio de Peneiramento	35
4.2.3 Teor de umidade	37
4.3 CHECKLIST	38
4.4 ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM	39
5 RESULTADOS EDISCUSSÕES	41
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	41
5.1.1 Caracterização física do solo	41
5.1.2 Fixação das estacas e monitoramento da movimentação do solo	46
5.2 IMPACTOS AMBIENTAIS	56
5.2.1 Meio Físico	56

5.2.2 Meio Biótico.....	63
5.2.3 Meio Antrópico	65
5.3 ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM	66
5.4 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	76
ANEXO A – Checklist para mineração.....	82

1 INTRODUÇÃO

O homem já dependia de atividades extrativas desde seus primórdios, primeiramente para garantir sua sobrevivência, e depois se tornou um meio de melhorar a qualidade de vida da população. Nesse sentido, a extração de bens minerais é indispensável para o desenvolvimento das cidades e manutenção do atual sistema econômico mundial (FABIANOVICZ, 1998).

De acordo com Pellenz (2001), a principal finalidade da mineração é a apropriação de um recurso mineral, e o processo de exploração inclui, entre outros aspectos, as implicações decorrentes do ritmo da lavra e beneficiamento. Sua intensidade é regida pelo objetivo de otimizar a produção, procurando obter máximas quantidades nos menores prazos possíveis e com custos mínimos. Esse objetivo acha-se vinculado à motriz básica da mineração, visando buscar as maiores taxas de retorno ou lucratividade às empresas que produzem insumos minerais, que não é diferente das demais indústrias do mundo capitalista.

Segundo Bitar (1997), os principais impactos que se espera identificar em áreas de mineração, são: supressão de áreas de vegetação, reconfiguração de superfícies topográficas, impacto visual, aceleração de processos erosivos, indução de escorregamentos, modificação da morfometria de cursos d'água, assoreamento, mudanças nas dinâmicas de movimentações de águas subterrâneas e interceptação do lençol freático com o rebaixamento ou elevação do nível de base local.

O crescimento do mercado de construção civil gerou aumento do consumo de agregados e, assim, promoveu à procura por mais locais propícios a sua extração e a expansão das áreas de mineração já ativas. Em algum momento, essas áreas serão desativadas e para sua recuperação e a mitigação dos impactos gerados, o plano de recuperação da área degradada é uma ferramenta que possibilita a realização desses processos.

A Constituição Federal Brasileira (1988) no parágrafo 2º do artigo 225 estabelece que aquele que explorar recursos minerais é obrigado a recuperar o meio ambiente degradado de acordo com as soluções técnicas exigidas pelo órgão público competente, na forma de lei.

Dessa forma, o presente trabalho visa identificar os impactos causados por mineração de areia no município de Sapopema - PR utilizando-se de trabalhos de campo e método de check-list para avaliação das alterações da paisagem, e propor medidas mitigadoras para os impactos sobre a paisagem na área de estudo.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar os impactos ambientais e aspectos da transformação da paisagem, e propor medidas de mitigação dos impactos sobre a paisagem na área de extração areia de Sapopema.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os impactos ambientais na área de estudo provocados pela execução de atividade de mineração para extração de areia.
- Caracterizar o solo quanto a suas propriedades físicas.
- Avaliar a transformação da paisagem local.
- Propor medidas de mitigação para os impactos sobre a paisagem para a área quando esta vir a ser desativada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MINERAÇÃO

A extração mineral atua como base de sustentação para a maioria dos segmentos industriais, desempenhando papel fundamental na economia brasileira. A atividade de extração em si é responsável por apenas 3%, e se levar em consideração as outras etapas de transformação de bens minerais esse valor sobe para aproximadamente 26%. O consumo de agregados per capita brasileiro cresceu de 3,3 toneladas por habitante/ano em 2010, para 3,5 toneladas por habitante/ano em 2011, representando um crescimento de 6% (IBRAM, 2012).

Segundo Ribas (1999), agregados são partículas de rocha ou minerais que quando em conjunto, em condições classificadas ou não, formam parte ou um todo de uma estrutura de engenharia ou construção. Eles atuam como o elemento inerte ou que não sofra alterações químicas nas argamassas e concreto, e além de serem resistentes, duráveis e sem ação química nociva ao aglomerante, eles não devem conter corpos estranhos que prejudiquem ou comprometam as reações do aglomerante, dificultando a aderência entre a pasta e os grãos de pedra. Agregados de areia natural, pedregulhos e pedra britada são fundamentais para a construção civil, representando a maior proporção dos materiais usados na indústria da construção, e esse grande volume de agregados é produzido diretamente por britagem de maciços ou extração de depósitos naturais de particulados, como areia, pedregulho e conglomerados.

O processo de extração mineral pode ser compreendido em prospecção, exploração, desenvolvimento, lavra processamento mineral e descomissionamento do empreendimento mineiro. De acordo com Grossi e Valente (2003), a prospecção mineral compreende trabalhos direcionados a descoberta de concentrações minerais de interesse econômico, e a exploração mineral investiga e avalia as concentrações minerais, essas atividades compõem a pesquisa mineral que tem o papel de mostrar a viabilidade econômica da exploração de um depósito mineral avaliando a quantidade e

teor de qualidade do mesmo. Na fase desenvolvimento, são realizados os serviços de infra-estrutura necessários para a preparação da jazida para a lavra como vias de acesso, sondagens, transporte e obras civis. (BRUM, 2000).

A lavra compreende o conjunto de operações para o aproveitamento econômico de uma jazida. É a fase de extração do minério do local de origem e compreende operações de grande, média ou pequena escala realizada na superfície ou subsolo. O conceito da escala da mina depende do referencial adotado e varia conforme a região ou país, pois minas de médio porte em países desenvolvidos pode ser considerados de grande porte em países subdesenvolvidos. Outros fatores como substancia lavrada, as reservas, o grau de mecanização da mina, a tonelagem produzida, o numero de empregados, o capital da empresa, entre outros, podem ser considerados na classificação do porte da lavra (BRUM, 2000).

O artigo 6º da Lei nº 9.314 de 1996, classifica as minas segundo duas categorias, de acordo com a forma representativa do direito de lavra, que são:

I - mina manifestada, a em lavra, ainda que transitoriamente suspensa a 16 de julho de 1934 e que tenha sido manifestada na conformidade do art. 10 do Decreto nº 24.642, de 10 de julho de 1934, e da Lei nº 94, de 10 de dezembro de 1935;

II - mina concedida, quando o direito de lavra é outorgado pelo Ministro de Estado de Minas e Energia.

No processamento mineral, o minério extraído poder ser classificado como conjunto de minerais, dentre os quais um ou mais deste possuirá valor econômico, enquanto o restante será considerado mineral de ganga, e será descartado depois de adequados processos de separação (BRUM, 2000).

Bitar (1997) afirma que a produção de areia em cavas secas de planícies aluvionares, colinas e morros, baseiam-se no decapeamento com uso de trator de esteira, escavadeira e pá-carregadeira, lavra por desmonte hidráulico, beneficiamento através de tanques de lavagem e classificadores, disposição de estéreis em pilhas, disposição de rejeitos em bacias de decantação, estocagem do produto em pilhas e transporte por caminhão.

Segundo Brum (2000), um fluxograma de concentração inclui as etapas de cominuição (britagem e moagem), classificação, concentração e a tapa fina de

desaguamento. Os processos de concentração buscam diferenças nas espécies presentes para aplicar determinados princípios de separação, que são:

- a) Gravimétricos/densitários: baseados nas diferenças de densidade;
- b) Eletro-estático/dinâmico: baseado na propriedade de escoamento de cargas;
- c) Magnéticos: baseados na susceptibilidade magnética das espécies;
- d) Físico-químicos: baseados em características interfaciais das partículas minerais;
- e) Hidrometalúrgicos: baseado na solubilidade das espécies;

A reabilitação ambiental é uma das ferramentas de desativação de um empreendimento e começa a fazer parte de todos os projetos mineiros tecnicamente bem elaborados. Na mineração, o descomissionamento é parte das operações de lavra e beneficiamento e representa a minimização de resíduos sólidos e efluentes nocivos ao meio ambiente. Essa fase é identificada como o cessar das operações de lavra e a consequente paralisação das atividades, seguida pela transformação do sítio mineiro em uma área útil comunidade que a cerca, colocando as obras e instalações resultantes em condições tais que possam ser removidas, vendidas ou, caso permaneçam na localidade, não coloquem em risco a saúde e a segurança do público e do meio ambiente (BRUM, 2000).

3.2 ASPECTOS LEGAIS

A Conferência de Estocolmo em 1972 trouxe uma nova visão do meio ambiente, e a necessidade de preservação dos mesmos, estabelecendo o conceito de desenvolvimento sustentável, onde no mínimo este não deve pôr em risco os sistemas ambientais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera a água os solos e os seres vivos (SILVA, 2011).

A partir Estocolmo'72, a legislação ambiental brasileira finalmente ganhou a força necessária para a implementação de uma legislação ambiental mais protetiva. Silva (2011), também afirma que a legislação ambiental foi impulsionada por organizações regionais de integração econômica, a fim de solucionar o problema de custos relacionados a adoção de medidas preservacionistas por parte do Estado, que levavam

ao aumento de preço final dos produtos, pondo em risco assim a competitividade do mesmo.

Com isso a legislação ambiental que se encontrava em segundo plano passou a ter um maior destaque, bem como outras subseções da mesma, como o caso da legislação de mineração.

3.2.1 Legislação Ambiental

Pelo inciso I do artigo 3º da Lei n. 6.938 (1981), define meio ambiente como sendo o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que abriga e rege a vida em todas as suas formas.

A Constituição Federal Brasileira (1988) no artigo 225 assegura que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente em equilíbrio, bem de uso comum do povo essencial para a qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações. O artigo 225, no parágrafo 1º, no inciso IV, estabelece como sendo uma incumbência do Poder Público, exigir através de leis, que para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de degradação do meio ambiente, o estudo prévio dos impactos ambientais.

3.2.2 Legislação Mineraria

A Constituição Federal Brasileira (1988) define que:

- Os recursos minerais, inclusive os do subsolo são bens da união (Artigo 20, inciso IX).
- É de competência exclusivamente a União legislar sobre jazidas, minas, outro recursos minerais e metalurgia (Artigo 22, Inciso XII).
- As jazidas em processo de lavra ou não, e demais recursos minerais e potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta do solo,

para efeito de exploração ou aproveitamento pertencem a União, garantindo ao concessionário a propriedade do produto lavrado (Artigo 176).

- Assegura-se ao proprietário do solo, a participação nos resultados da lavra na forma e valor que dispuser a lei (Artigo 176, parágrafo 2º).
- Aquele que realizar exploração de recursos minerais é obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelos órgãos públicos competentes (Artigo 225, parágrafo 2º).

De acordo com o artigo 1º e inciso I da Lei n. 6.567 (1978), bens minerais como areias, cascalho e salibros que tenham por fim a utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, sem ser submetidos a processos industriais de beneficiamento ou transformação poderão ser aproveitados pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão.

O regime de concessão é quando o aproveitamento de substâncias minerais depende de concessão do Ministro de Estado de Minas e Energia. O regime de autorização ocorre quando o aproveitamento de substâncias minerais depende de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. O regime de licenciamento é quando o aproveitamento de substâncias minerais depende de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no DNPR (Artigo 2º, incisos I, II, III do Decreto-lei n. 227, 1967).

Segundo o artigo 2º da Portaria do IAP nº 40 (2010), atividades de pesquisa e extração de areia e agregados em áreas definidas em normas específicas, poderão ser licenciadas contanto que obedeçam aos procedimentos técnicos visando a recuperação ou reabilitação da área ao término da exploração do recurso mineral.

A proposta de recuperação de uma área de lavra apresentada pelo empreendedor deverá pelo artigo 3º da Portaria do IAP nº 40 (2010), apontar uma proposta de uso futuro da área nas seguintes modalidades:

- Implantação de projetos de piscicultura, atendendo Resolução específica para a atividade;
- Pesca esportiva, lazer e esportes náuticos;
- Reabilitação para uso e abrigo da fauna silvestre;

- Outras alternativas de cunho ambiental aprovada pelo órgão ambiental.

3.3 IMPACTOS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO

O impacto ambiental é uma alteração cujos efeitos resultam em mudanças na qualidade do ambiente com e sem a ação do homem e incluindo a noção de julgamento de valor, sendo, portanto um conceito relativo. Dessa forma, impacto ambiental é uma alteração ambiental julgada significativa para um dado analista, baseando-se em critérios pré-estabelecidos para um estudo específico (PELLENZ, 2001).

O IBGE (2004) define impacto ambiental como qualquer alteração de propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afete a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como as atividades sociais e econômicas, a biota, e as condições estética e sanitárias do meio ambiente e seus recursos. Ainda, segundo a ABNT (2004), impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte dos aspectos ambientais (Elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização que possa interagir com o meio ambiente) da organização.

Os principais impactos ambientais oriundos da mineração geralmente se relaciona às águas, resíduos sólidos, atmosfera e o ecossistema natural (PELLENZ, 2001).

3.3.1 Impactos sobre as águas

De acordo com Pellenz (2001), a água pode participar das operações minerais de diversas formas, como:

- Como meio no qual ocorre a extração mineral, como no caso da lavra por dragagem em leito de rio, lagoa ou reservatório;

- Na desagregação e transporte de minério, como no método de desmonte hidráulico;
- No processo de beneficiamento do minério via úmida, como a moagem, ciclonagem, flotação, cianetação;
- Na expedição do minério, no caso de transporte na forma de polpa de minerodutos, ou simplesmente na forma de umidade;
- Na mitigação de outros impactos, como no caso da emissão de particulado, controlada por aspersão de água;
- Na água de precipitação de chuva, que circulam por toda a área da mina;
- Na superfície, e na subsuperfície da área da mina e no seu entorno, recebendo contribuições de águas provenientes da área do empreendimento.

Durante essas operações os poluentes são introduzidos nas águas, e se não forem removidos previamente ao descarte, irão contaminar os corpos de água, causando impactos à flora, a fauna e ao meio antrópico. São considerados poluentes quaisquer formas de matéria ou energia cuja presença, lançamento ou liberação que possam causar danos à biota. A introdução desses poluentes nas águas pela mineração pode originar-se do próprio minério, de reagentes introduzidos em operações de tratamento ou ainda de superfícies desprotegidas de vegetação, que liberam partículas quando atingidos pelas águas pluviais. Operações auxiliares (oficinas mecânicas, combustíveis e etc.) também são responsáveis pela poluição das águas em minas (PELLENZ, 2001).

Conforme Silva (2007), a poluição de águas no Brasil provocada pela mineração, em grande parte dos casos a poluição é provocada pela lama, em geral oriunda das minerações de ferro, de calcário, de granito de areia e argila, da bauxita, de manganês entre outros. A poluição por compostos químicos também ocorre, mas mesmo sendo localmente grave ela é mais restrita.

Silva (2007) ainda afirma que o controle da poluição por lama tem que ser feito através de barragens para a contenção e sedimentação da mesma. As barragens podem ser consideradas os investimentos mais pesados em controle ambiental pela empresa de mineração, e também servem para a recirculação da água.

Segundo Tubbs et. al. (2011), o processo de extração de areia, através da remoção de camadas de sedimentos pode expor a superfície freática, formando lagoas na região da cava. Dessa forma a lagoa formada se torna uma potencial fonte de impactos sobre as águas subterrâneas, Tubbs (2011), explana que essas lagoas formam um ambiente peculiar devido à acidificação, oriunda da composição química atípica da água quando comparada a outros corpos d'água naturais, se assemelhando a lagoas de minas sulfatadas.

3.3.2 Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos gerados durante o processo de lavra e processamento do mineral podem ser classificados como estéreis e rejeitos (SOARES e BORMA, 2002). A norma 10.004 da ABNT (2004) define os resíduos sólidos como resíduos no estado sólido e semi-sólido, resultado das atividades de origem industrial, doméstico, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos gerados em sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Na perspectiva de um empreendimento minerário, entende-se por resíduos sólidos os seguintes materiais: estéril, rejeitos, resíduos provenientes de oficinas, sucata em geral, resíduos domésticos provenientes dos refeitórios, escritórios, almoxarifados, e resíduos provenientes do tratamento dos efluentes ou esgotos (PELLENZ, 2001).

Estéreis são materiais de cobertura, camadas intermediárias ou circundantes do material de interesse, extraídos fisicamente através do uso de explosivos ou escavadeiras e muitas vezes dispostos em pilhas sem estruturas de contenção, os quais apresentam uma granulometria bastante variada, e na ausência de compactação apresenta elevada porosidade. Os rejeitos são resíduos sólidos resultantes das operações de beneficiamento e metalurgia extrativa, já que estas implicam em

comunicação e classificação do minério. Os rejeitos apresentam distribuição granulométrica pouco dispersa e usualmente mais fina que os estéreis, e são usualmente depositados em áreas confinadas dotadas de estruturas de contenção (SOARES e BORMA, 2002).

Segundo Silva ET AL. (2012), a disposição inadequada de rejeitos provenientes do processo de beneficiamento e a disposição de estéril decorrente do decapeamento da superfície da lavra são as principais fontes de degradação nas atividades de mineração. O sistema de disposição de estéril deve funcionar como uma estrutura projetada e implantada para o acumulo de materiais, em caráter temporário ou definitivo, dispostos de maneira planejada e controlada em condições de estabilidade geotécnica e protegidos das ações erosivas. No sistema de disposição de rejeitos deve-se projetar uma estrutura de engenharia para a contenção e disposição dos resíduos originados de beneficiamento de minérios, captação de água e tratamento de efluentes.

3.3.3 Impactos sobre a atmosfera

Pellenz (2001) classifica os poluentes atmosféricos em dois grandes grupos: o de gases, que podem ser orgânicos ou inorgânicos; e aerossóis, conhecidos também por aerodispersóides ou particulado disperso, constituídos por partículas sólidas ou líquidas em suspensão no ar. O particulado é produzido geralmente em virtude da detonação de rochas, movimentação de veículos pesados, ação do vento no local de lavra, britagem e moagem decorrentes da etapa de beneficiamento dos minérios (BRUM, 2000).

Segundo Neto (2004), os principais impactos oriundos do desmonte de rocha com explosivos, que exercem influência direta na atmosfera são a sobre pressão atmosférica devido a energia liberada pelos explosivos que se dissipa através da atmosfera, o ultra lançamento de fragmento de rochas e ainda pode ocorrer a geração de gases tóxicos.

Os poluentes gasosos associados à atividade de mineração que se destacam são os óxidos de carbono (CO e CO₂), o dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), o metano (CH₄) e o radônio (Rn). Os óxidos de carbono são resultados da

queima incompleta de combustíveis fósseis e estão relacionados ao uso de maquinário durante os processos de extração (PELLENZ, 2001).

3.3.4 Impactos sobre o ecossistema

De acordo com Pellenz (2001), o nome ecossistema é uma designação ao conjunto de vegetais, animais e microorganismos que vivem em uma área e constituem uma comunidade biológica, ligados entre si por uma intrincada rede de relações que inclui o ambiente físico onde existem esses organismos, numa relação de interdependência entre os componentes físicos e biológicos.

Qualquer unidade que inclua a totalidade dos organismos de uma área determinada, interagindo com o ambiente físico por forma a que uma corrente de energia conduza a uma estrutura trófica, a uma diversidade biótica e a ciclos de materiais, claramente definidos dentro do sistema é um ecossistema (ODUM, 2004).

A mineração pode afetar o ecossistema através da destruição dos habitats por meio do desmatamento de áreas para a implantação da mina, pilhas de estéril, pátio de manobras, vias internas de circulação, baias de rejeito e usina de tratamento de minério. O desmatamento ainda pode ocorrer fora da área do empreendimento, na abertura de vias de acesso e para o escoamento da produção, na implantação de vilas minerais ou outras atividades necessárias pra o projeto ou para o uso da madeira como fonte energética para o processo de produção (PELLENZ, 2001).

Segundo Almeida (2002), o desmatamento para a implantação da mina e das instalações como pátio de manobras, vias de circulação, e outros resulta na perda de diversas espécies vegetais e traz como consequência a perda de outras espécies vegetais e animais que eram sustentadas pela vegetação suprimida anteriormente. Ainda deve ser considerado que além da perda de um determinado número de espécies, mas também da diversidade genética e de habitats.

De acordo com o ICM (2006), a remoção de vegetação para a mineração pode ocasionar em um impacto permanente ou temporário na biodiversidade. A perda permanente de biodiversidade ocorre devido à extensa supressão para a locação da

mina, enquanto a perda temporária de habitat é oriunda da supressão limitada para o acesso a exploração.

O ICMM (2006), ainda afirma que o isolamento ou fragmentação dos habitats ecológicos tem um impacto significativo sobre a biodiversidade. A fragmentação aumenta os “efeitos de borda” dos habitats, assim, as áreas separadas são menos resilientes à mudanças, de maneira que à um maior potencial para que pragas e animais ocupem o local. A interrupção das conexões naturais entre as populações tanto de animais quanto plantas, pode ocasionar em mudanças significativas e em alguns casos irreversíveis na dinâmica e integridade genética das mesmas. E quanto maior o tempo de isolamento ocasionado o maior o numero de fragmentos formados, maior será a extensão dos impactos causados.

Em áreas de mineração pode-se observa ações antrópicas mais drásticas ao solo, pois além da retirada da vegetação natural, ocorre uma intensa movimentação do solo para a abertura da lavra e em alguns casos, um considerável volume de rejeito que contribuem para distúrbios na área. O ponto mais crítico dessa movimentação do solo é a remoção dos horizontes superficiais do solo, pois a matéria orgânica contida nessas camadas que é perdida, afeta a estrutura, disponibilidade de água e atividade biológica no solo, prejudicando o suprimento de nutrientes essenciais como P, S e principalmente N as plantas (FRANCO et al, 1995).

3.3.5 Impactos sobre o solo

Atualmente a ocupação humana desordenada tem propiciado extensas áreas críticas de erosão do solo que são aproveitadas em diversos tipos de uso, combinado com o uso pregresso do solo induziu a intensa proliferação de processos erosivos (DIAS et al, 2005).

Em geral cerca de 90% do solo removido com a erosão necessita da presença de água sobre o terreno. A água que cai sob o solo na forma de chuva exerce ação erosiva sobre o solo, e estando ele desprotegido de vegetação ou mesmo das práticas conservacionistas, ele sofre uma ação de desagregação com o impacto da gota da

chuva, que posteriormente o arrasta, principalmente no início da chuva (ZOCCAL, 2007).

Zoccal (2007) ainda afirma que a quantidade de solo arrastada depende muito do seu tipo, da declividade do terreno e da intensidade da chuva. De acordo com o diâmetro, as gotas da chuva desagregam as partículas do solo e a velocidade do escoamento das águas arrastam grande quantidade de solo, podendo o volume de água escoado conter entre 0,25 e 5,5 % de solo escoado.

Hammes (2002) explica que a presença do sistema radicular de matas em topo de morros além de ter um efeito mecânico de proteção do solo a erosão, também atua como uma esponja, pela tensão formada no fluxo ascendente da água no sistema solo/planta/atmosfera. E a vegetação também contribui pra que os lençóis freáticos formem imensos reservatórios alimentados pela água da chuva infiltrada, que escorre lentamente pelas árvores, ao invés de escorrer pela superfície, agravando processos erosivos.

Os principais fatores que afetam e levam à formação de erosão são (ZOCCAL, 2007):

- Características da chuva;
- Declividade do terreno;
- Capacidade que o solo tem de absorver água da chuva;
- Resistência que exerce o solo à ação erosiva da água devido à suas propriedades físicas e químicas;
- Natureza e densidade da vegetação que o terreno apresenta.

Segundo Filho (2014), em decorrência da erosão do solo e seu movimento no corpo aquoso, ocasiona o processo de assoreamento do leito do mesmo, sendo tanto parte de um processo natural, como proveniente de ação antrópica, que acelera drasticamente o problema no ambiente, trazendo prejuízo ao solo, ao corpo hídrico e os seres vivos.

O assoreamento pode ser definido como a obstrução de qualquer corpo d'água, pelo acúmulo de substâncias minerais (areia, argila, etc), ou orgânicas (lodo), provocando assim a redução de sua profundidade e da velocidade de sua correnteza (IBGE, 2004).

3.4 ASPECTOS AMBIENTAIS

A norma NBR ISSO 14.001:2004 define aspecto ambiental como sendo os elementos das atividades, ou produtos, ou serviços de uma organização que possa interagir com o meio ambiente.

Sánchez (2008) explica que a emissão de poluentes e geração de resíduos são situações tipicamente descritas como aspectos ambientais, e que produzir efluentes líquidos, poluentes atmosféricos, resíduos sólidos, ruídos ou vibrações não são o objetivo das atividades humanas, mas esses aspectos estão indissociavelmente ligados aos processos produtivos, sendo assim, elementos, ou partes dessas atividades ou produtos ou serviços.

Outros aspectos ambientais típicos são aqueles ligados ao consumo de recursos naturais, como por exemplo, ao se consumir água (recurso renovável), reduz-se sua disponibilidade para outros usos e para funções ecológicas, e ao se consumir combustíveis fósseis, seu estoque (finito) é reduzido, assim o consumo destes é uma parte indissociável de inúmeras atividades, são considerados aspectos ambientais (SÁNCHEZ, 2008).

3.4.1 Aspectos da mineração

Segundo Guimarães et al (2012), os aspectos ambientais da mineração apresentaram um maior potencial de gerar impactos negativos, vinculados principalmente as atividades de supressão da vegetação, movimentação de solo, vazamento de águas pluviais com sólidos, emissão de ruído, particulado e poeira, e vazamento de óleo.

Melo (2014), afirma que o plano diretor de meio ambiente para atividades de mineração deve levar em consideração os seguintes aspectos:

- Identificação e localização da organização, compreendendo dados referentes aos seus aspectos, físicos e sociais que a caracterizaram.

- O empreendimento, descrevendo processos industriais a serem utilizados/ou em uso, equipamentos, fluxograma de processos, descrição dos processos e operações, abrangendo reservas e características do minério, parâmetros de produção que serão adotados, métodos de lavra e operação, beneficiamento, processo de geração e deposição de estéril.
- Medidas básicas de controle ambiental através de barragens de contenção de rejeitos, estabilidade de taludes, retenção de fontes de particulados, atividades de infraestrutura, energia elétrica e abastecimento de água
- Diagnóstico ambiental das áreas de influência.

3.4.2 Aspectos de paisagem

O termo paisagem, em um primeiro momento a idéia de uma pintura ou imagem que retrate uma bela paisagem, enquadrada e imortalizada, porém, o termo vai muito além de um quadro ou uma simples imagem (MOLLETA, 2005).

De acordo com Maximiano (2004), a visão da paisagem sempre teve um aspecto utilitarista para praticamente todos os povos e em todas as épocas, assim, a paisagem sempre existiu junto com os seres humanos, como ambiente vivido e/ou captado pela consciência humana, que ora levava à utilização prática de seus recursos, ora à contemplação e encantamento.

Sotchava (1977) aponta que não se devem considerar apenas os componentes da natureza, mas também as conexões entre eles, não se restringindo à morfologia da paisagem e suas subdivisões mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, etc.

Maximiano (2004) destaca que a partir da síntese dos conceitos de paisagem das diversas épocas e áreas do conhecimento, há aspectos que merecem ser mencionados se realiza uma abordagem do ponto de vista de paisagem, seja como objeto de interesse, seja como método de estudo. Os quais seriam: o aspecto visual; a complexidade de inter-relações entre os elementos físicos e destes com os elementos

culturais; a possibilidade de cartografar a paisagem, já que a mesma ocupa um lugar; a diversidade da escala da paisagem (do local ao planetário); a possibilidade de classificar paisagens em unidades diferenciadas ou homogêneas; a possibilidade de classificar paisagens com ênfase em um elemento de sua composição (vegetação, clima ou cultura); o caráter dinâmico das paisagens; a possibilidade de análise por meio dos elementos, estrutura e/ou funcionamento da paisagem.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA

A área de extração de areia de estudo (Figura 1), encontra-se a cerca de 15,6 km do município de Sapopema –PR, localizada nas coordenadas 23°47'41.39"Se 50°37'37.89"O, a uma altitude de 1124 m do nível do mar, e a área de lavra tem aproximadamente 17.064 m² e seu acesso está na rodovia Engenheiro Ângelo Lopes. A areia explorada na área, tem origem da rocha arenítica, pertencente a Formação Botucatu.

A Formação Botucatu é composta por arenitos médios a grossos, às vezes conglomeráticos, quartzosos, amarelos ou vermelhos, com estratificação cruzadas acanalada e tabular e de pequeno porte e bolas de argila nas superfície de reativação, além de pacotes rítmicos de siltitos argilosos vermelho (STRUGALE et. al. 2004).

De acordo com o ITCG (2008), o clima da região é classificado como Cfb, o qual apresenta um verão mais úmido que o inverno, e as chuvas são abundantes e bem distribuídas ao longo de todo ano sendo o verão bastante fresco e úmido.

A exploração na área foi iniciada para o uso da areia no processo de pavimentação da Rodovia Engenheiro Ângelo Lopes, que foi iniciada em 1984 e concluída em 1986. Em entrevista Pedro (nome fictício) antigo proprietário do empreendimento de extração de areia conta que após esse período a área voltou a ser explorada comercialmente a cerca de 15 anos, aproximadamente em 2001, a areia extraída em sua maior parte é destinada ao mercado da construção civil, e quando essa exploração comercial se iniciou a área de entorno era composta basicamente por áreas de pastagem.

4.2 ANÁLISES DO SOLO

A análise é a determinação da faixa de tamanho das partículas presentes em um solo, expresso como uma porcentagem do peso total seco. Foi usado o ensaio de peneiramento encontrar a distribuição do solo descrito no tópico 5.2.1 (DAS, 2007).

Os ensaios de granulometria e teor de umidade foram feitos segundo a metodologia de Das (2007) descrita nos tópicos 5.2.2 e 5.2.3, respectivamente.

4.2.1 Fixação das estacas e coleta de solo

Segundo Guerra (2005), a fixação de estacas é uma técnica simples e barata de monitoramento de movimentação do solo. As estacas foram fixadas em áreas de solo exposto com perda ou acúmulo de solo, que foi verificado o gradiente de acumulação de sedimentos posteriormente.

As estacas foram fixadas aleatoriamente pela área de extração, para o monitoramento da movimentação do solo, com exceção da estaca 11 que foi colocada ao final da canaleta de drenagem da rodovia, a qual pode receber água que teve origem na área de extração.

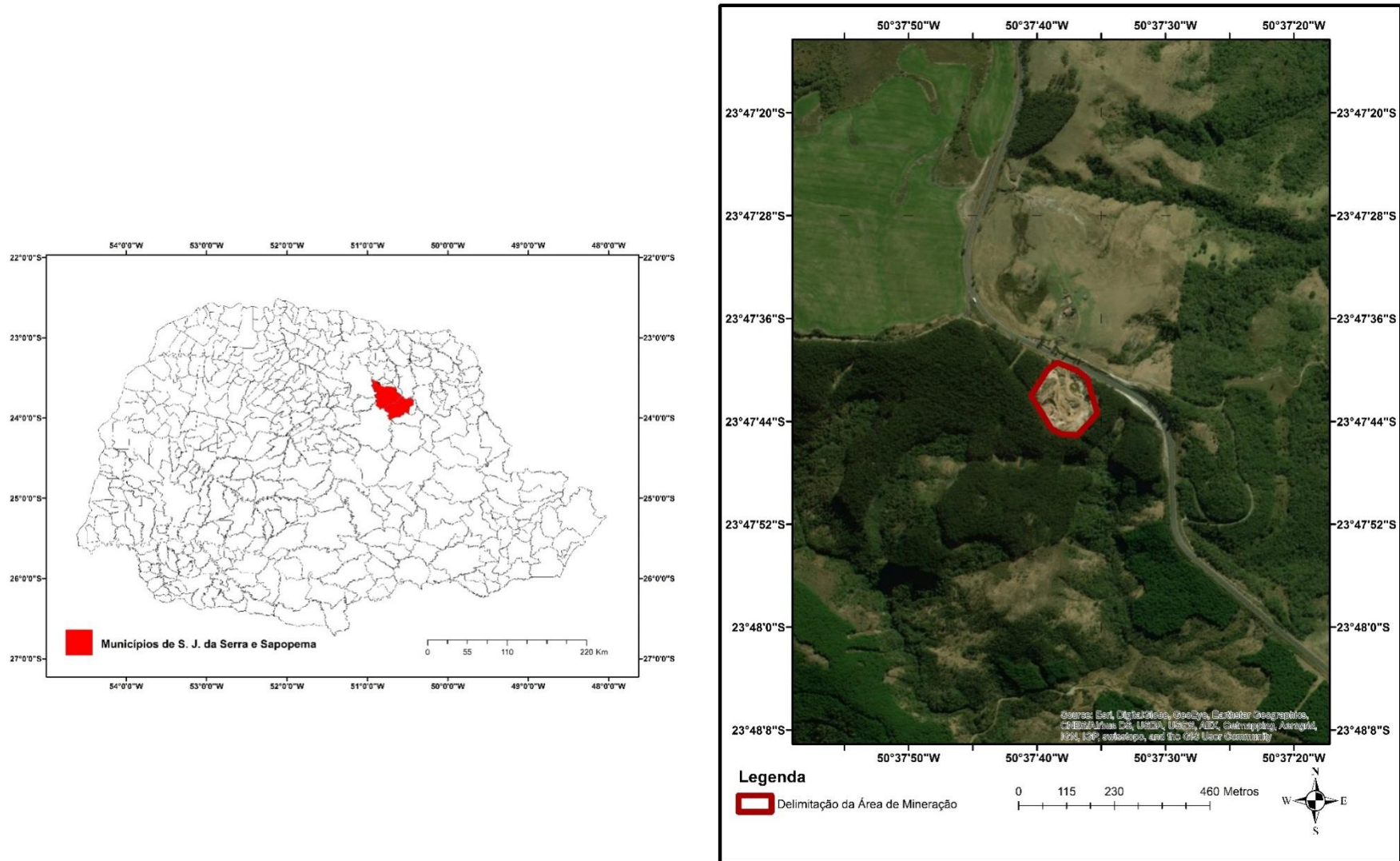
Após a colocação das estacas foi elaborado um esquema com a distribuição das estacas para verificar o comportamento da movimentação do solo no local com relação ao tempo e espaço (GUERRA, 2005).

O esquema da Figura 2 mostra que o local de extração foi dividido entre a área ativa, que compreende as partes em atividade e recém desativadas que apresentaram sinais recentes de movimentação de máquinas pesadas (estacas 1,2, 7, 8, 9 e 10), e a área desativada que compreende locais onde não se realiza mais a extração de areia e com grande presença de gramíneas (estacas 3, 4, 5 e 6).

Junto com a etapa de fixação das estacas foi realizada a coleta de solo nos pontos 4, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, as escolhas desses pontos foram feitas com base na diferença de origem desses solos e a diferença visual, a fim de caracterizar o solo superficial que recobre a área e areia que é extraída.

A Tabela 1 apresenta as coordenadas de localização das estacas e a sua cota altimétrica com relação ao nível do mar.

Figura 1 - Localização da área de estudo, com o mapa de situação do estado do Paraná em destaque com os municípios de São Jerônimo da Serra e Paraná e mapa de detalhe com a delimitação da área de mineração de areia.



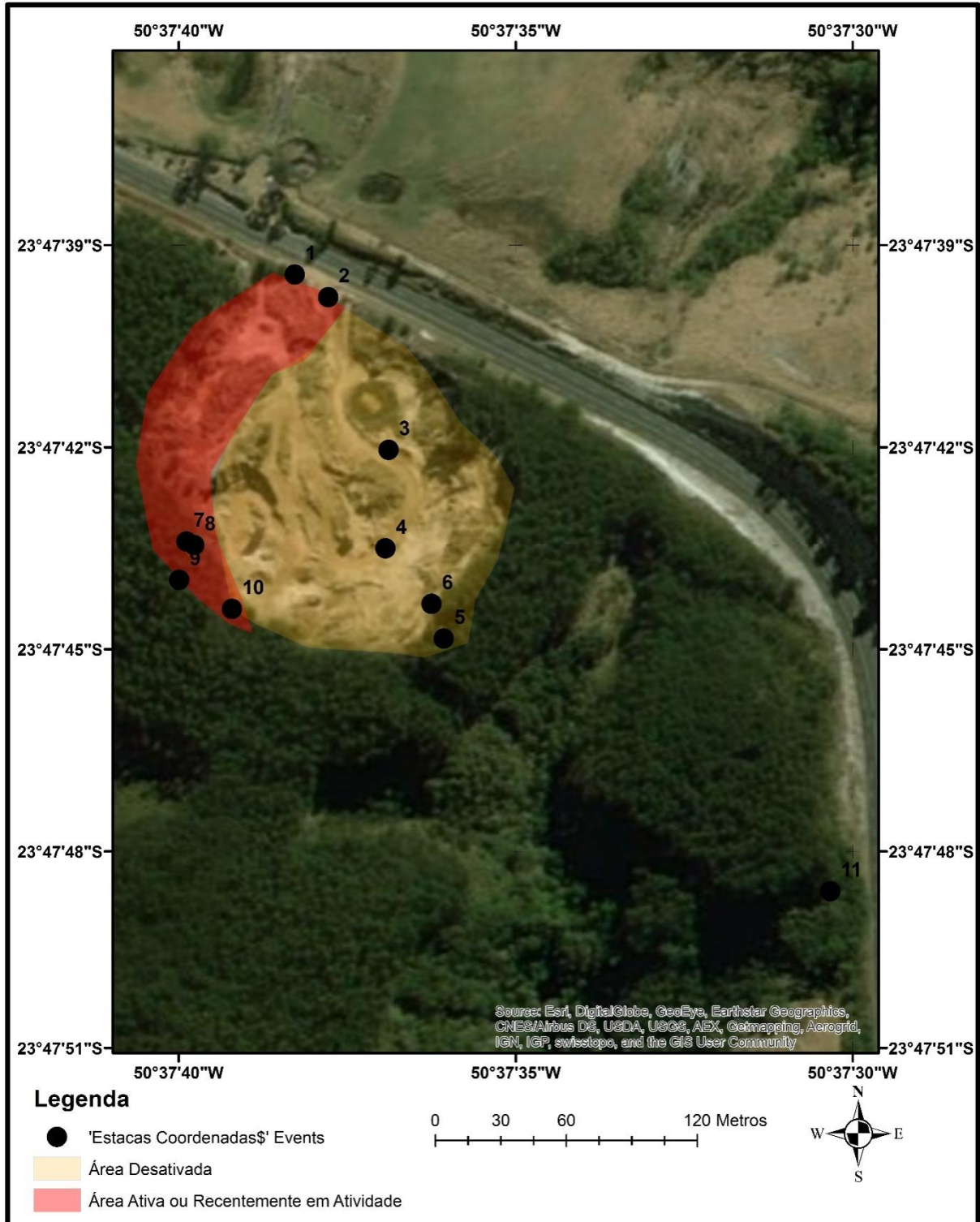
Fonte: Santos (2016)

Tabela 1 - Coordenadas de localização geográfica das estacas e suas alturas com relação ao nível do mar

<i>Estaca</i>	<i>Latitude (S)</i>	<i>Longitude (O)</i>
1	23° 47' 39.437"	50° 37' 38.276"
2	23° 47' 39.775"	50° 37' 37.780"
3	23° 47' 42.040"	50° 37' 36.883"
4	23° 47' 43.501"	50° 37' 36.930"
5	23° 47' 44.840"	50° 37' 36.066"
6	23° 47' 44.326"	50° 37' 36.246"
7	23° 47' 43.400"	50° 37' 39.886"
8	23° 47' 43.454"	50° 37' 39.767"
9	23° 47' 43.969"	50° 37' 39.990"
10	23° 47' 44.401"	50° 37' 39.209"
11	23° 47' 48.59"	50° 37' 30.03"

Fonte: Autoria Própria

Figura 2 - Esquema da distribuição das estacas na área de extração a fim de verificar a movimentação do solo

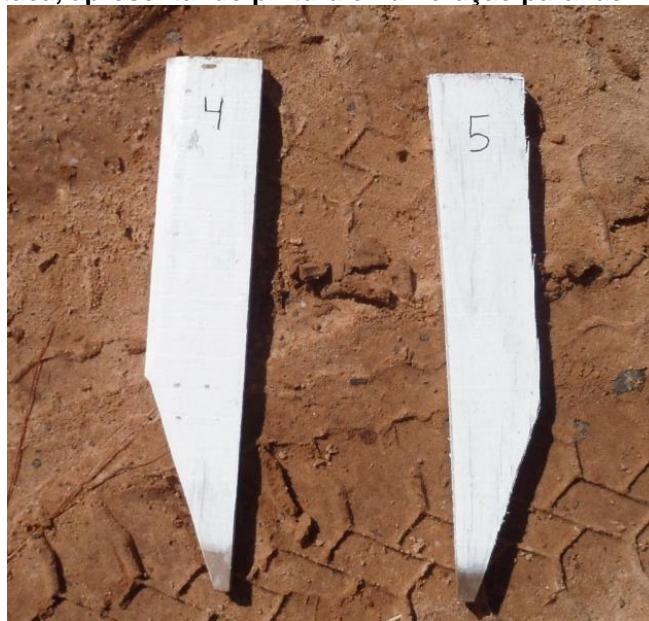


Fonte: Santos (2016)

Foram construídas 11 estacas manualmente (Figura 3), em madeira, com cerca de 40 cm cada e então foram pintadas de branco a fim de facilitar a sua demarcação e localização no campo. Além disso, cada estaca recebeu uma numeração própria de forma a organizar o seu controle e localização e os pontos onde foi realizada a coleta de amostras do solo.

Para realizar o monitoramento da perda ou acúmulo de sedimentos, no entorno após fixar as estacas com um aterramento próximo a 15 cm (Com exceção das estacas 9 e 11, que foram menos aterradas que as demais), onde a estaca recebia uma marcação que indicava o nível do solo quando ela foi fixada.

Figura 3 - Modelo da estaca, apresentando pintura e numeração para facilitar identificação.



Fonte: Autoria própria

O monitoramento do solo também levou em conta a incidência da precipitação, pois está é um dos principais fatores que influenciam a movimentação dos solos. Os dados utilizados para montar os pluviogramas durante o período de monitoramento, foram obtidos do IAPAR de Londrina, pois este era o local mais próximo de Sapopema onde se conseguiu uma medição diária e precisa.

A fim de caracterizar o solo do local, em alguns pontos onde ocorreu a fixação de estacas, também se realizou a coleta de amostras de solo da camada superficial e 7 pontos afim de verificar sua granulometria e teor de úmida. As amostras de P6, P7 e P11, eram caracterizadas por sedimentos e os pontos P4, P8, P9 e P10 eram caracterizados por serem de solo.

4.2.2 Ensaio de Peneiramento

O ensaio de peneiramento para análise da granulometria das amostras de solo consistiu em agitar a amostra de solo por um conjunto de peneiras, as quais apresentavam uma redução progressiva no tamanho das aberturas. A Tabela 2 a seguir contém as peneiras com seus respectivos números e abertura.

Tabela 2 - Tamanho das peneiras

Peneira n°	Abertura (mm)
3/8	9,50
4	4,75
10	2,00
16	1,18
30	0,600
40	0,425
50	0,355
100	0,150
200	0,075

Fonte: DAS (2008)

Para a realizar o ensaio de peneiramento o solo foi seco em uma estufa a 105 °C por 24 horas, em seguida foi realizada a moagem afim de garantir a homogeneização e rompimento de torrões presentes no mesmo.

Após o processo de moagem o solo foi agitado com o auxílio de um agitador através da pilha de peneiras com tamanho decrescente de cima para baixo, e um fundo para colher o solo remanescente ao final desta pilha. O agitador, o conjunto de peneiras e o fundo utilizados para realizar o ensaio no laboratório podem ser visto na Figura 4.

Ao fim do ensaio peneiramento, a massa de solo retida em cada peneira é determinada, bem como a massa total, a massa que passa através de cada peneira, o coeficiente de uniformidade e o coeficiente de curvatura, descritos a seguir.

Figura 4 – Agitador e conjunto de peneiras montados usados no ensaio de peneiramento



Fonte: Aatoria própria

Posterior ao peneiramento, foi determinado a massa M retida em cada peneira ($M_{3/8}$, M_4 , M_{16} , M_{30} , M_{40} , M_{50} , M_{100} e M_{200}) e a massa retida no fundo (M_f) e através do somatório das mesma se obteve a massa total ($\sum M$). Determinou-se então a massa retida (M_i) acima de cada peneira (Ex: Para peneira 16, $M_i = M_{3/8} + M_4$), a massa de solo que passa (M_a) através de cada peneira (Ex: Para peneira 16, $M_a = \sum M - (M_{3/8} + M_4)$), e

por fim calculou-se a percentagem de solo (Pma) que passa por cada peneira que é dada pela equação

$$Pma = \frac{\sum M - M_a}{\sum M} \times 100 \quad (1)$$

Uma vez calculada a percentagem de solo que passa por cada peneira, os valores encontrados são colocados em gráfico semilogarítmico com a percentagem que passa pela peneira como ordenada e o tamanho da abertura da peneira como abscissa, gerando assim o gráfico chamado de curva de distribuição granulométrica.

E com a curva de distribuição granulométrica pode-se encontrar o coeficiente de uniformidade e o coeficiente de curvatura.

O coeficiente de uniformidade é dado pela equação:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2)$$

em que C_u = coeficiente de uniformidade

D_{60} = diâmetro correspondente a 60% mais fino

D_{10} = diâmetro correspondente a 10% mais fino

Segundo Caputo (1989) o coeficiente de uniformidade indica a falta de uniformidade, pois o seu valor diminui ao ser mais uniforme o material assim:

- $C_u < 5$ muito uniforme.
- $5 < C_u < 15$ uniformidade média.
- $C_u > 15$ desuniforme.

O Coeficiente de curvatura pode ser encontrado pela equação:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}} \quad (3)$$

em que C_c = coeficiente de curvatura

D_{30} = diâmetro correspondente a 30% mais fino

O coeficiente de curvatura fornece uma idéia do formato da curva permitindo detectar descontinuidades no conjunto, assim para os solos bem graduados tem os limites de $1 < C_c < 3$ (CAPUTO, 1989).

4.2.3 Teor de umidade

O teor de umidade foi calculado através da equação:

$$\omega = \frac{W_{\omega}}{W_s} \quad (4)$$

em que ω = teor de umidade

W_s = peso dos sólidos do solo

W_{ω} = peso da água

Para a realização do cálculo do teor de umidade primeiramente as amostrados pontos coletados foram dispostas na estufa externa, a fim de garantir que as mesma estivessem com seu teor de umidade natural, as amostra ficaram expostas por um período de 3 dias (entre 17/05/2016 e 20/05/2016), após esse período as amostras foram homogeneizadas individualmente, e amostras entre 55 e 60 g foram coletadas em triplicata pra cada amostra de ponto, anotou-se o peso da cápsula vazia (W_c) e após colocar o solo antes da secagem (W_{sw}). O processo de secagem foi realizado em estufa a 105 °C, durante um período de 3 dias (entre 20/05/2016 e 23/05/2016). Posterior ao processo de secagem, as cápsulas foram pesadas, obtendo-se assim a massa das mesmas com o solo seco (W_{csd}).

Após o processo de secagem do solo o descontou-se a o peso da cápsula (W_c) de W_{csd} , e assim obteve-se o peso do solo seco (W_{sd}), com isso temos que :

$$W_s = W_{sd} \quad (5)$$

$$W_{\omega} = W_{sw} - W_{sd} \quad (6)$$

4.3 CHECKLIST

As listas de verificação (Checklist) são instrumentos bastantes práticos e fáceis de serem utilizado, e são constituídas em geral pelos impactos mais comuns associados a um determinado empreendimento (SÁNCHEZ, 2008).

Para a identificação dos impactos ambientais será usado o método de checklist, que segundo Cunha e Guerra (2010), consiste em identificar e enumerar os impactos ambientais a partir da diagnose ambiental.

De acordo com Oliveira et al (2009), a maior parte das listas de controle é orientada para identificar os impactos potenciais sobre fatores ambientais (meio

biofísico, social e econômico) considerados relevantes, diferenciando-se umas das outras pelo nível de sofisticação aplicado.

- Listagens simples: Impactos normalmente associados a certas tipologias de empreendimentos, ou de fatores ambientais potencialmente afetados são úteis para garantir que certos impactos não sejam negligenciados ao longo do processo de avaliação.
- Listagens com questionários: São amparadas por um conjunto de questões a serem respondidas, que podem incluir impactos indiretos, potenciais medidas mitigadoras, ou mesmo considerações a respeito da significância dos impactos apresentados.
- Listagens com limites de significância: constituem uma derivação em que se apresentam, juntamente com os impactos para cada componente do meio, uma referência quantitativa além da qual o impacto torna-se significativo (podendo-se incluir, indicações referentes ao horizonte temporal estimado para a duração dos impactos), o que torna especialmente útil para a análise de alternativas.

A lista de verificação (ANEXO A) aplicada na área foi feita com base nos efeitos, aspectos e impactos ambientais mais comuns associados aos empreendimentos de mineração descritos por Sánchez (2008).

Os itens da lista foram separados de acordo com o meio em que interferem, sendo eles: Físico, Biótico e Antrópico. Dentro desses meios os itens foram subdivididos em efeito ambiental que é a alteração de processos ambientais, impactos ambientais que é a alteração da qualidade ambiental, e aspecto ambiental que é elemento das atividades ou produtos ou serviços da organização que pode interagir com o meio ambiente (SÁNCHEZ, 2008).

4.4 ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM

A análise da transformação da paisagem foi realizada com base em uma adaptação da metodologia utilizada por Gomes (2010). Primeiramente foi realizado o

levantamento dos impactos na área através do Checklist, a partir desse levantamento foram separados aqueles que têm efeito direto sobre a transformação da paisagem. A delimitação da área de abrangência foi definida com a área onde ocorre ou ocorreu à extração de areia, que e devido ao seu relevo contribui para que os processos de extração afetem mais severamente os indivíduos que se desenvolveram mais próximos aos do empreendimento, contudo levou-se em consideração a mudança no uso do solo da área de entorno que ao início do empreendimento era usado como pastagem, e passou a ser usado no cultivo de eucalipto.

Após a delimitação da área realizou-se uma avaliação sobre os impactos para determinar o grau de influência sobre a transformação da paisagem, e classificá-lo segundo a escala a seguir, levando em consideração a sua natureza:

- Insignificante – O impacto apresenta um baixo nível de influência na transformação da paisagem, podendo ser quase nulo nesse ponto, assim a presença deste não registra um efeito significativo sobre a transformação da paisagem.
- Leve – O impacto analisado pode ser denominado entre de baixo a médio nível de influência na transformação da paisagem, mas ainda assim, ele não apresenta um efeito significativo na transformação da paisagem.
- Moderado–O impacto exerce uma influência média na transformação da paisagem, seu efeito na transformação da paisagem é significativo.
- Alto – O impacto analisado apresenta uma substancial e significativa influência no processo de transformação de paisagem.
- Grave – O impacto analisado apresenta uma influência dominante na transformação da paisagem, passando a afeta-lá de maneira significativa.

E por fim, foi identificado as medidas mitigadoras necessárias para cada impacto, dando preferência aos que foram classificados como alto ou grave. As medidas mitigadoras que foram escolhidas buscaram um ponto de ótimo entre sua eficiência na mitigação, na logística para aplica - lá e viabilidade econômica da mesma.

5 RESULTADOS EDISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

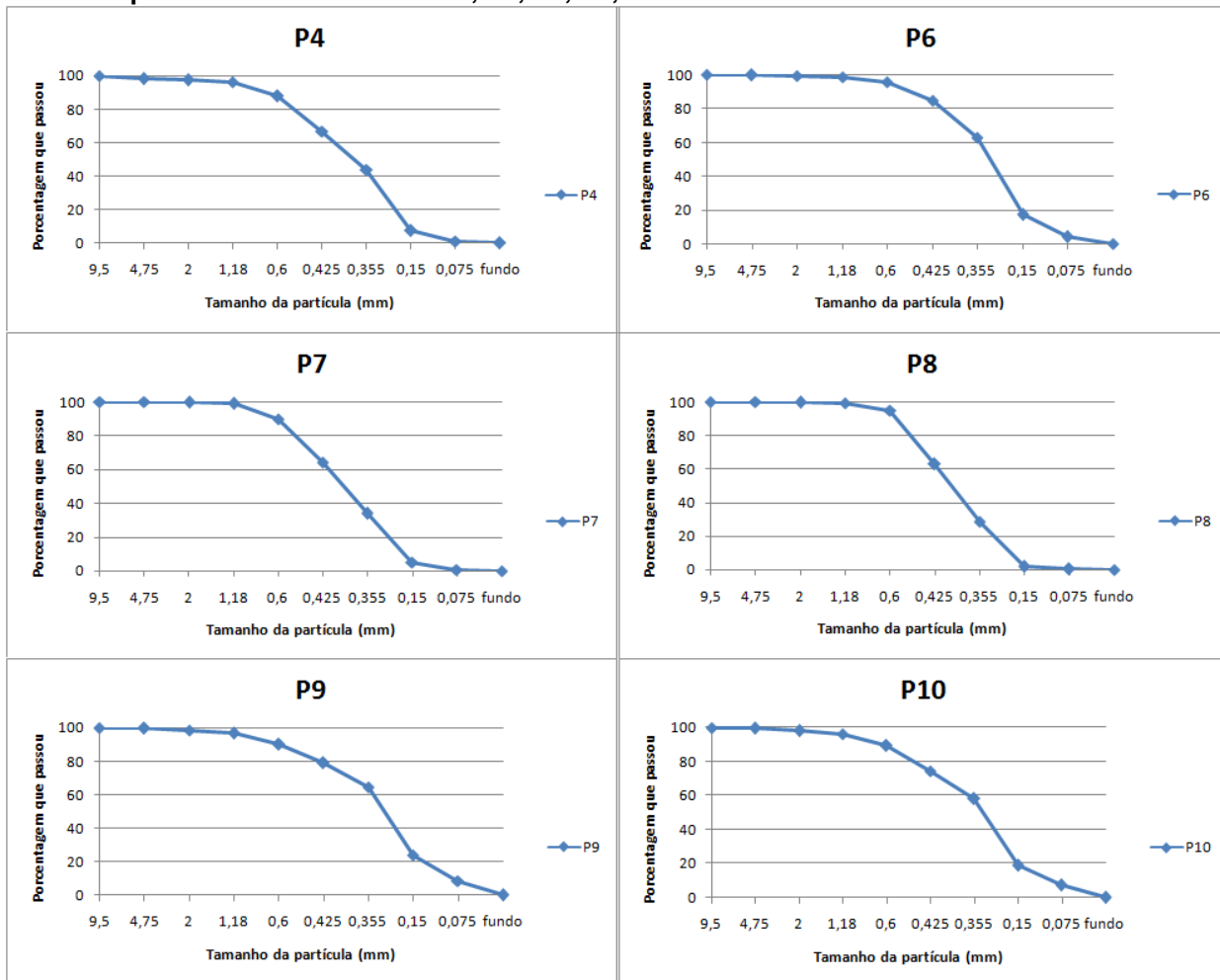
5.1.1 Caracterização física do solo

As curvas granulométricas dos solos da área de extração agrupadas na Figura 5 apresentaram um comportamento semelhante quanto o tamanho das partículas, e quanto à retenção de solo nas peneiras.

A retenção das peneiras começou a ser significativa apenas a partir da n° 30 de 0,6 mm, e o comportamento ao final da curva também foi similar nas amostras ao passarem ou ficarem retidas na peneira n° 200, com exceção da amostra P9 e P10, que apresentaram as uma quantidade significativa de partículas menores que 0,075 mm.

Isso pode ser explicado pelo fato do solo do ponto 9 ser de origem de um deslizamento da camada superficial do talude, e no ponto 10 foi coletado uma composição do solo no entorno, o qual apresentava que a camada superficial com uma menor alteração quando comparada aos outros locais.

Figura 5 - Curvas Granulométricas da área de extração de areia, evidenciando o comportamento físico das partículas das amostras P4, P6, P7, P8, P9 e P10.



Fonte: Autoria Própria

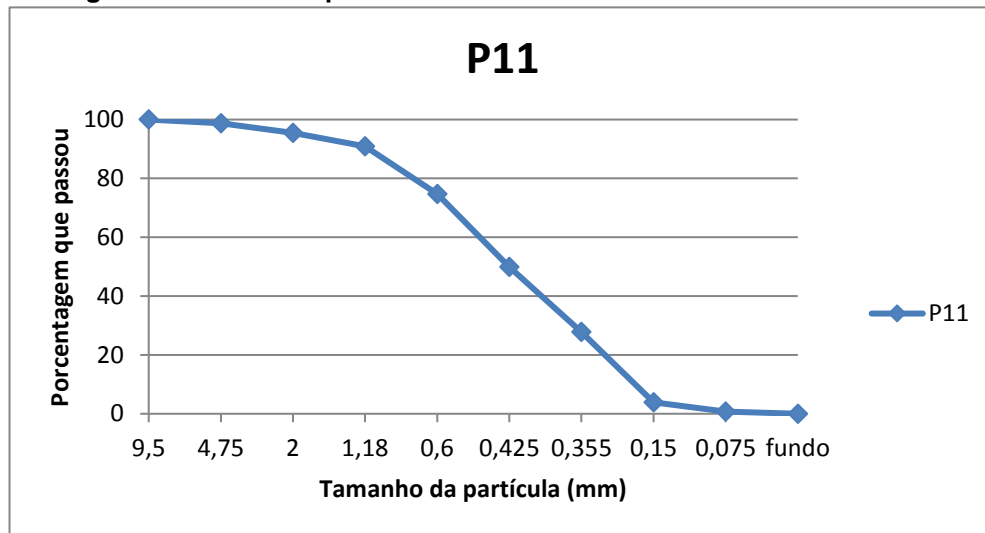
A curva granulométrica do ponto 11 (Figura 6) que se encontrava ao final da canaleta de drenagem da rodovia obteve um comportamento bem similar se comparado aos outros pontos.

Contudo foi verificado que ocorreram diferenças, como a retenção de partículas de solo começou a ser significativa a partir da peneira n° 16 (1,18 mm) enquanto as anteriores só demonstraram esse comportamento na n° 30 (0,600 mm), e ao final curva granulométrica notasse uma presença pouco significativa de partículas que passam pela peneira n° 100 (0,150 mm) enquanto os outros pontos apresentam uma quantidade significativa de partículas inferiores a n° 100 e até mesmo a n° 200 (0,075 mm).

Esse comportamento de predominância de partículas com diâmetros maiores e ausência de partículas com diâmetros menores no ponto 11 quando comparado aos

demais pontos, pode ser explicada pelo fato da água da chuva ser canalizada para esse local, e a declividade do local faça com que está adquira uma velocidade de arraste considerável permitindo assim, que a maior parte das partículas depositadas nesse local seja as partículas com diâmetros maiores.

Figura 6 - Curva granulométrica do ponto 11



Fonte: Autoria Própria

Com a construção dos gráficos com distribuição granulométrica, permitiu criar interpolações possibilitando encontrar o D_{10} , D_{30} , e o D_{60} , e assim calcular os coeficientes de uniformidade e os coeficientes de curvatura, respectivamente, para todos as amostras coletadas em campo amostrados, que podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficientes de Uniformidade e de Curvatura

Pontos	D₁₀	D₃₀	D₆₀	C_u	C_c
P4	0,16408	0,276224	0,403823	2,461135	1,151531
P6	0,109207	0,207704	0,342426	3,135567	1,153646
P7	0,185222	0,326186	0,414635	2,238579	1,385389
P8	0,212868	0,35804	0,419245	1,969505	1,436435
P9	0,082595	0,180297	0,330856	4,005737	1,189547
P10	0,092259	0,208237	0,363505	3,940072	1,292999
P11	0,202629	0,361876	0,496369	2,44964	1,302004

Fonte: Autoria Própria

Segundo Caputo (1989) o coeficiente de uniformidade indicou que as amostras coletadas, em todos os pontos analisados são uniformes e com um coeficiente de curvatura classificado como bem graduado, com isso pode se concluir que as amostras coletadas solo são compostas em sua maior parte por partículas dentro de um intervalo pequeno em relação ao tamanho das mesmas, e a redução desse tamanho ocorre gradativamente.

Os teores de umidade das amostras coletadas analisadas na Tabela 4, mostraram um comportamento esperado, com exceção da amostra I9 que apresentou um teor de umidade negativo, isso pode ser decorrido de algum erro de operação na hora da realização da pesagem do mesmo, assim essa amostra foi desconsiderada como resultado válido.

Tabela 4 - Teor de umidade dos solos analisados

Ponto	Cápsula	Teor de Umidade %
Ponto 6	I1	0,704225352
	I2	0,61006609
	I3	0,663176265
Ponto 4	I4	0,174581006
	I5	0,191804708
	I6	0,205373952
Ponto 7	I7	0,17167382
	I8	0,156114484
	I9	-1,622928177
Ponto8	I10	0,102669405
	I11	0,133288904
	I12	0,08526603
Ponto 10	I13	1,429075512
	I14	1,368705644
	I15	1,358503881
Ponto 9	I16	2,271174863
	I17	2,221444814
	I18	2,214149801
Ponto 11	I19	0,652828925
	I20	0,760520534
	I21	0,729308005

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que o solo apresenta um baixo teor de umidade, como esperado de um solo arenoso, e que as amostras tiveram um comportamento parecido com relação a distribuição desse valor. Os pontos 9 e 10, que apresentaram os maiores valores de teor de umidade, são os pontos que no ensaio de granulometria apresentou as maiores quantidades de partículas de solo com diâmetros inferiores a 0,075 mm, que são partículas que apresentam uma maior capacidade de retenção de água, quando comparadas as outras partículas maiores encontrado.

5.1.2 Fixação das estacas e monitoramento da movimentação do solo

A caracterização do solo foi iniciada no dia 29 de abril de 2016, com a fixação das estacas na área de estudo para monitorar o comportamento da movimentação dos sedimentos (zona de extração ativa ou desativada) e solo (entorno) na área de estudo, medindo sua perda ou acúmulo no local, através de 11 estacas dispersas, sendo 10 onde ocorreu ou ocorre o processo de extração, e uma ao final da rede de drenagem da rodovia, conforme mostrado anteriormente na Figura 2.

O ponto 1 se encontra na entrada do empreendimento, sendo o ponto mais próximo da rede de drenagem da rodovia. O ponto 2 também se encontra na entrada, porém ele já está mais distante da rede de drenagem, e na encosta oposta ao ponto 1. O ponto 3 se encontra logo após a entrada no início da área inativa, em um local onde ocorre o acúmulo de água.

O ponto 4 se encontra na parte inativa, que vem sendo usada apenas para manobras de veículos. O ponto 5 e 6 se encontra na encosta da área inativa, e apresenta um grande desenvolvimento de gramíneas indica assim que essa parte se encontra completamente inativa à algum tempo, não sendo usada nem em manobras de veículos.

O ponto 7 se encontra na parte ativa do empreendimento que apresenta sinais de atividades recentes e próximo a um pequeno deslizamento indicando uma certa instabilidade do talude. O ponto 8 se encontra no sopé de uma encosta com indícios de atividade recente, e à estaca foi colocada nesse ponto com o objetivo de identificar se o processo de extração ainda estava ocorrendo na mesma. O ponto 9 se encontra próxima a encosta com de atividade onde ocorreu outra movimentação de solo. O ponto 10 se localiza em uma área superior da parte desativada da extração e foi usado para medir a possível perda de talude. E por fim o ponto 11 foi estabelecido ao final da rede de drenagem da rodovia para onde se destinava parte da água pluviométrica que ocorreu sobre a área de extração.

O monitoramento das estacas e avaliação da movimentação dos solos foi realizado no dia 24 de agosto de 2016, sendo quase 4 meses após a fixação das

mesmas, pois devido a problemas de logística e econômico não se conseguiu realizar o monitoramento mais vezes.

A Tabela 5 mostra os resultados do monitoramento de perda e acúmulo de sedimentos/solos, com exceção da estaca 10 que foi usada na medição da distância entre seu ponto de fixação e o talude.

Tabela 5 - Resultados de perda e acúmulo de sedimentos

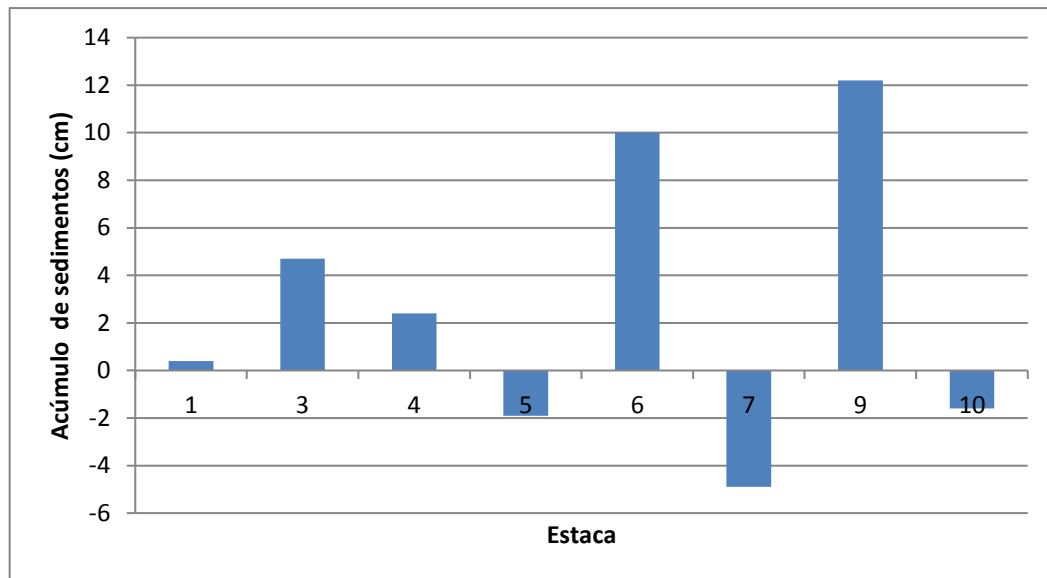
<i>Estaca</i>	<i>Altura parte exposta inicial (cm)</i>	<i>Altura parte exposta final (cm)</i>
1	13,2	12,8
2	14,1	E.P.*
3	14,1	9,4
4	14,6	12,2
5	14,3	16,2
6	14,8	4,8
7	13,1	18
8	N.C.	N.C.**
9	22,1	9,9
10	69,2	67,6
11	27,2	E.P

*: Estaca perdida; **: Não Consta;

Fonte: Autoria própria

O gráfico da Figura 7 mostra os valores de perda e acúmulo de sedimentos em cada ponto, de maneira que pode se visualizar que a estaca 9 apresentou o maior acúmulo seguida pela estaca 6 enquanto a estaca 7 identificou a maior perda de solo. Destaca-se também a 10 indica a perda de talude.

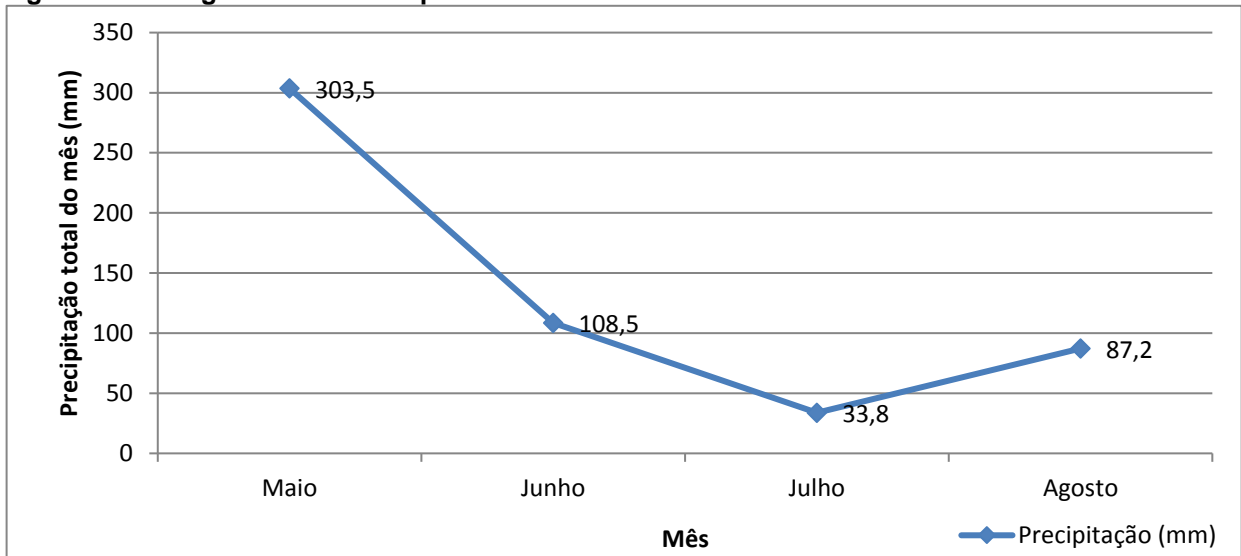
Figura 7–Gráfico exibindo acúmulo e perda de solos nas estacas na área de estudo



Fonte: Autoria própria

Segundo dados do IAPAR durante o período de monitoramento ocorreu um total de 533 mm de precipitação, que foi a maior precipitação durante esse mesmo período nos últimos 4 anos, porém, foi uma precipitação total próxima as outras obtidas em outros anos.

O pluviograma na Figura 8 permite observar que a maior quantidade de chuva ocorreu durante o mês de maio, sendo está de 303,5 mm, muito superior ao registrado para os outros meses do monitoramento, pois ele representa mais da metade do registrado durante todo o período, e o mês de julho apresentou o menor índice de precipitação.

Figura 8—Pluviogramamensal do período de monitoramento

Fonte: IAPAR (2016)

De acordo com Santos et.al. (2008), as principais características de precipitações que interferem no processo erosivo do solo são a intensidade, a duração e a frequência com que ocorrem as chuvas e sua erosividade. Pode se observar pelos pluviogramas que os maiores picos e a maior frequência ocorreram em maio e no início de junho, o resto do período foi caracterizado por uma frequência menor na incidência de precipitação e os picos que ocorreram também foram menores.

Através da altura exposta da estaca inicial e final da Tabela 5, pode se notar que com exceção das estacas que foram perdidas e da 8, houve perda e acúmulo de sedimentos. As estacas 5 e 7 identificaram a perda de solo, no ponto 5 houve a perda de 1,9 cm de solo, devido a leve declividade do local e pelo escoamento vindo da encosta acima.

A estaca 7 já apresentou uma perda maior de solo, sendo que na sua parte de trás pode se visualizar a formação de um sulco (Figura 9), que indicou que a uma grande canalização da água da encosta, dando assim início ao processo de ravinamento.

Figura 9 - Formação de sulco na parte posterior da estaca 7



Fonte: Autoria própria

A estaca 10 (Figura 10) apresentou uma perda de talude de 1,6 cm, sendo esta, em vista dos processos de rápida modificação da paisagem vistos na área, considerada pequena, indicando que a extração que ocorria nesse talude foi encerrada, já que se ela continuasse a perda de talude seria consideravelmente maior.

Figura 10– Estaca 10 usada para medir a perda de talude



Fonte: Autoria própria

Nas outras estacas (1, 3, 4, 6 e 9) foi identificado o acúmulo de sedimentos, sendo que as estacas 1 e 4 (Figura 11) obtiveram os menores valores de deposição de sedimentos, sendo 0,4 cm e 2,4 cm respectivamente, em 1 isso se deve a declividade que favorece uma maior velocidade de arraste dos mesmos, e a falta de vegetação pra reter as partículas de solo e diminuir a velocidade de arraste. Na estaca 4 obteve-se um aumento no acúmulo de sedimentos medido, que se deve a uma menor declividade em seu entorno, favorecendo a deposição de sedimentos no local.

Figura 11 - Estaca 1 e 4 respectivamente, que obtiveram os menores valores de deposição de sedimentos



Fonte: Autoria própria

A estaca 3 (Figura 12), foi fixada em uma área onde ocorre a formação de uma pequena lagoa, devido a retenção de água, com os resultados do monitoramento pode-se identificar não apenas o acúmulo de água no local, mas também de sedimentos, que tem origem principalmente da encosta próxima, mais elevada, que conta com pouca vegetação para diminuir a perda de solo.

Figura 12 - Estaca 3 localizada próxima ao local onde a água da chuva se acumula e da origem a uma pequena lagoa



Fonte: Autoria própria

Os pontos 6 e 9 (Figura 13) apresentaram os maiores acúmulos de sedimentos, sendo 10 cm e 12,2 cm respectivamente. O Ponto 6 apresentou uma alta taxa de deposição de sedimentos no entorno da estaca com uma dispersão uniforme, porém, esse alto acúmulo indica que a uma grande perda de solo da encosta, visto que no local em que a estaca está fixada uma maior velocidade de arraste é favorecida, devido a declividade do talude e uma leve declividade em sua base, uma explicação para esse acúmulo seria a atividade de animais no local já que pode se observar um pequeno sistema de túneis escavado logo acima do local que não era tão visível no início do monitoramento.

O ponto 9 apresentou uma maior deposição de sedimentos em altura, contudo ele não foi uniforme ao longo da estaca, pois a face frontal desta não apresentou variação na sua superfície exposta, indicando assim que esse acúmulo de sedimentos ao longo da face detrás da estaca é ocasionado pelo impacto da água vinda da parte superior do talude próximo.

Figura 13 - Estaca 6 com o sistema de túneis no talude superior e Estaca 9 apresentando um maior acúmulo em sua parte detrás respectivamente



Fonte: Autoria própria

A estaca 8 (indicada pela seta verde na Figura 14) demonstrou que a área em que se encontrava já não está sendo mais explorada, isso provavelmente se deve a instabilidade do talude, que já apresentava indícios de escorregamento de massa da parte superior do solo, que são evidenciados pelos acúmulos indicados pelas setas vermelhas apresentadas na Figura 14.

Figura 14 - Área de extração com talude instável, onde a seta verde indica a estaca n° 8 e as setas vermelhas indicam os acúmulos de origem de escorregamentos.



Fonte: Autoria própria

Durante o período de monitoramento as estacas (2 e 11) foram perdidas, sendo que a primeira ocasionada, provavelmente, por formação de ravinas de erosão na encosta em que ela estava fixada (Figura 15). No caso da estaca 11, sua perda se deve a água da chuva escoada pela canaleta da rodovia com grande energia cinética que parte das áreas mais elevadas da encosta, em direção ao local onde a estaca foi fixada. Uma possibilidade para se obter resultados nesse ponto e conseguir acompanhar a movimentação de solo no local seria realizar monitoramentos num espaço de tempo menor.

Figura 15 - Ravinas formadas na encosta onde foi fixada a estaca 2



Fonte: Autoria própria

5.2 IMPACTOS AMBIENTAIS

Os resultados do Checklist (Anexo A) permitiram identificar que a maioria dos impactos ambientais causados pelo empreendimento na área de estudo estão relacionados ao meio físico e ao meio biótico, visto que, o mesmo consiste basicamente na remoção de camadas de solo, e devido a sua distância dos centros urbanos próximos, os impactos sobre o meio antrópico são minimizados.

5.2.1 Meio Físico

Os impactos, efeitos e aspectos sobre o meio físico que foram identificados na área de extração, na maioria dos casos foi decorrente da remoção do solo e da remoção da vegetação, a camada superior que foi removida para ter acesso ao arenito, a qual era o material de interesse do empreendimento.

Com relação a remoção de solo, os identificados foram:

- Alteração das características do solo
- Alteração da topografia local
- Geração de estéreis
- Geração de resíduos sólidos
- Alteração da qualidade do solo

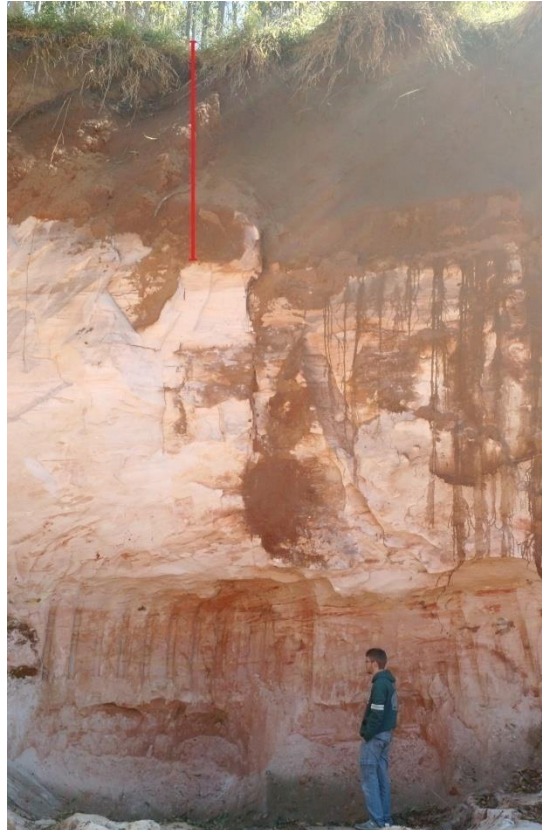
Figura 16 - Pilhas de estéril próximas a área recém desativada



Fonte: Aatoria própria

O processo de extração da areia altera a estrutura da rocha, principalmente pela ação da escarificação, a fim de realizar a desagregação da mesma, conseqüentemente, os veículos usados para realizar essa desagregação e o transporte do material geram a compactação de parte do terreno. O local da extração se encontra em um divisor de bacia que naturalmente leva a mobilização de sedimentos para as suas zonas mais baixa, e o processo de mineração a céu aberto altera completamente a topografia de topo do local, levando a formação de uma pequena cratera no local do empreendimento para onde passara a convergir uma parte da água da chuva e dos sedimentos.

Figura 17 – Talude onde ocorreu a extração de areia, em vermelho destaca-se a espessura da camada superficial do solo superior ao arenito



Fonte: Autoria própria

A remoção do perfil orgânico do solo (camada superior) ocasiona a geração de estéril visto que a mesma não é o material de interesse, o local apresentou pilhas pequenas do mesmo(Figura 16),porém, pode-se observar também na Figura 17, que mostra o talude, que a camada do solo superior ao arenito é consideravelmente espessa, o que geraria uma notável quantidade de resíduo sólido, assim como a quantidade já acumulada é muito inferior a esperada, especulasse que no início da extração para uso da areia na rodovia, pode-se ter usado o estéril gerado no nivelamento do terreno da via. A retirada dessa camada do solo ainda acarretou a perda de nutrientes e do banco de sementes que constava no mesmo, expondo um solo pobre em nutrientes e com um alto nível de escassez de sementes.

Os efeitos e aspectos identificados com relação a remoção da vegetação foram:

- Aumento da erosão
- Aumento do risco de escorregamentos de taludes
- Dispersão de gases e poeira

Figura 18 - Ravina se formando entre a área recém desativada e a de disposição de estéril



Fonte: Autoria própria

A retirada da vegetação deixa o solo exposto à ação da chuva e do vento, amplificando assim os processos erosivos no local. A formação de ravinamentos pode ser identificada entre a área de disposição de estéreis e a área recém desativada (Figura 18), e logo na entrada também foi identificado uma série de ravinamentos se formando (Figura 19), em ambos os casos a origem do processo erosivo se dá em decorrência do escoamento superficial de águas pluviométricas.

A ação do vento que devido à elevação da área de extração as rajadas de vento podem ser relativamente fortes, gerando a desagregação de partículas do solo exposto, e ocasionando a erosão e a dispersão de poeira, combinada com o escoamento superficial demonstrou uma significativa influência nos processos erosivos (Figura 20), com a formação de testemunhos em microescala, pois o material na parte superior mais duro e consolidado prove ao solo em sua base uma maior resistência aos processos erosivos.

Figura 19 - Ravinamentos formados em encosta na entrada da área de extração



Fonte: Autoria própria

Ao se avaliar aos processos erosivos no local de extração considerando também seu entorno pode se notar que a perda de solo na área só não foi maior devido ao fato de que todo seu entorno apresenta um cultivo de eucalipto, em substituição a pastagem que existia inicialmente no local, e segundo Silva et. al. (2011), e esta alteração no uso do solo apresenta uma perda de solo inferior a um solo descoberto e um solo de usados para pastagem, porém ela é superior a solos que contam com a floresta nativa. E

ainda de acordo com Silva et. al. (2011), a perda do solo em região de cultivo de eucalipto reduz com o passar do tempo conforme as plantas se desenvolvem.

Figura 20- Formação de testemunhos em microescala devido à resistência que o material consolidado prove ao solo em sua base



Fonte: Autoria Própria

Mesmo com a área cercada por um plantio de eucalipto pode se observar a ocorrência de escorregamentos de taludes na área recém desativada (Figura 21), pois o talude é demasiadamente inclinado, e mesmo com o sistema de raízes presentes no local o talude apresenta instabilidade ocorrendo assim os deslizamentos, contudo esses escorregamentos ocorreram anteriormente ao período de monitoramento do local. Não foram observadas outras movimentações de talude além das que ocorreram na área de extração recém desativada e durante o período de monitoramento.

Figura 21 - Vista do talude onde ocorreu movimentação do solo, apresentando cicatrizes de escorregamento.



Fonte: Autoria própria

Outros aspectos e efeitos que se deram de modo parcial foram:

- Alteração do regime hidrológico;
- Alteração da carga de sedimentos nos corpos d'água;

Esses efeitos da extração de areia foram considerados como parciais, devido a topografia do local e a escavação do empreendimento fez com que uma pequena cratera se forma-se, assim parte das águas pluviométricas que seriam direcionadas

para as partes baixas pelo divisor de bacias, é direcionada para dentro da área de extração. Com isso os impactos com relação ao regime hidrológico são minimizados, pois não a nenhum corpo hídrico no local, e somente a água pluviométrica que precipita diretamente no local tem seu percurso natural alterado, ficando retida nas áreas baixas da área de extração, e a pouca água que vem da parte superior.

O corpo d'água mais próximo foi encontrado usando imagens de satélite, porém localizada a cerca de 200 metros da borda da área de extração. O formato da área de extração se dá como uma bacia, onde a água que carrearia a maior parte dos sedimentos para as drenagens fica na maior parte confinada dentro da própria área de extração, infiltrando-se no solo, e a apenas a água que precipita próxima a entrada da área de extração ou em caso de extrapolação da capacidade de retenção o excedente é canalizada pela rodovia que poderia carrear sedimentos para os corpos hídricos.

No entanto, a perda da estaca 11 e a análise granulométrica indicaram que um contínuo transporte de material das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas, indicando que a ocorrência de processos de assoreamento é provável embora o corpo hídrico não se encontre próximo, e devido a sua perda um melhor monitoramento desse ponto requer monitoramentos em um espaço de tempo menor, a fim de obter melhores resultados.

5.2.2 Meio Biótico

Os aspectos, efeitos e impactos sobre o meio biótico identificados assim como os identificados no meio físico têm a sua origem devido a remoção do solo e a remoção da vegetação, alguns impactos que eram esperados de serem identificados na área não foram observados, possivelmente em decorrência de algumas características da área anteriores ao processo de extração de areia.

Os aspectos, efeitos e impactos identificados originados da remoção da vegetação foram:

- Fragmentação da cobertura vegetal
- Perda de cobertura vegetal

- Redução da produção primária

A fragmentação e perda da cobertura vegetal foram atenuados pelo fato de anteriormente ao início das atividades na área ela era composta por uma pastagem, o que contribuiu para diminuir a significância da fragmentação da cobertura, porém, mesmo que a área fosse coberta por uma pastagem a perda de vegetação foi considerável, visto que para exploração da areia é preciso remover completamente a cobertura vegetal e a camada superior ao arenito na área.

A perda da cobertura vegetal acarretou a redução da produção primária na área, porém, algumas das áreas que se encontram desativadas apresentaram o desenvolvimento de gramíneas, assim a produção primária que fora reduzida começa a aumentar. Outro fator que contribuiu para o aumento da produção primária no local, foi a substituição da pastagem pelo cultivo do eucalipto, pois segundo Rosa e Sano (2013) a taxa de produção primária anual de pastagens é de cerca de 8,6(t MS/ha ano), enquanto a menor produção de biomassa do eucalipto estimada por Trentin (2014) é de cerca de 12,9 (t/ha ano), assim pode se esperar uma produção primária 50% maior para o eucalipto em relação a pastagem. Então se consideramos apenas estritamente a área de extração, a produção primária reduziu, porém se considerarmos o entorno da área e as mudanças que ocorreram desde o início das atividades extração pode se considerar que houve o aumento da produção primária.

Os impactos com relação à remoção do solo com relação ao meio biótico foram:

- Alteração ou destruição de habitats terrestre
- Diminuição da disponibilidade de nutrientes
- Diminuição da produtividade dos ecossistemas
- Deslocamento da fauna
- Perda de espécies de fauna
- Criação de novos ambientes

A remoção do solo transformou o ambiente de pastagem em uma área de solo exposto e encosta, alterando o habitat terrestre que já se encontrava alterado. Ela também contribuiu para a perda dos nutrientes que compõe a camada orgânica do solo e para o deslocamento e perda da microfauna de microorganismos que habitam essa

camada do solo. Essa combinação de impactos leva a uma grande diminuição da produtividade do ecossistema, principalmente da produção primária do mesmo.

As áreas desativadas proporcionaram a criação de novos habitats, como as pequenas lagoas que se formaram no local, a lagoa formada no ponto onde foi colocada a estaca 3 (Figura 12), demonstrou a formação de uma vegetação no local e presença de insetos que habitam nesse pequeno entorno, possibilitando assim a existência de pequenos anfíbios no local. As encostas na área desativada próxima a estaca 6 (Figura 13), apresentaram atividade de animais que as escavaram a fim de criar habitações para os mesmos.

5.2.3 Meio Antrópico

Devido ao fato da área de extração se encontrar em um local afastado de comunidades populacionais os impactos sobre o meio antrópico foram atenuados, de modo que os impactos identificados foram relacionados ao uso do solo.

Os aspectos, efeitos e impactos identificados com relação ao meio antrópico foram:

- Modificação das formas de uso do solo
- Aumento da oferta de empregos
- Impacto visual
- Limitação das opções de uso do solo

O empreendimento gerou um aumento da oferta de empregos, pois mesmo este sendo pequeno, requer uma equipe para realizar a extração e o transporte da mesma, porém a extração não é feita de maneira constante, então esperasse que essa equipe de extração é composta por poucos funcionários. O impacto visual devido a remoção do solo é bem amplo, porém, sua influência sobre o meio antrópico é reduzido pelo fato do local de extração se encontrar afastado do meio urbano, e afeta visualmente apenas os que transitam pela rodovia, e como a área de entorno é empregada no cultivo de eucalipto o impacto é reduzido.

Os usos do solo sofreram modificações e limitações das opções de uso, especialmente devido a remoção do solo, assim o solo anteriormente usado com pastagem passa a ser removido, limitando o seu uso apenas a extração do arenito nas camadas inferiores e prejudicando o uso deste em cultivos ou para a formação de pastagens novamente já que a camada orgânica do solo que contava com os nutrientes para o desenvolvimento da vegetação foi removida, e modificou os usos do solo no entorno, que também eram usados como pastagens, e passaram a ser usados no cultivo de eucalipto.

5.3 ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM

A partir dos aspectos, efeitos e impactos ambientais que tiveram sua ocorrência verificada na área de extração, foi realizada a classificação deles de acordo com o seu grau de influência sobre a transformação da paisagem, levando em consideração que antes do empreendimento a paisagem da área era composta essencialmente por pastagem, e com o início da extração de areia a paisagem foi alterada pelas atividades empreendimento e seu entorno passou a ser usado no cultivo de eucalipto, os resultados obtidos são mostrados na Tabela 6.

A Tabela 6 apresenta os impactos que mostraram maior influência sobre o processo de transformação da paisagem, são os impactos relacionados a remoção de vegetação e a perda ou remoção de solo.

Os aspectos, efeitos e impactos classificados como Insignificantes, são aqueles que mesmo presentes a área, foram definidos como parciais, pois as características específicas do local e do empreendimento contribuíram para a redução de seus efeitos, de maneira que estes não vieram a exercer interferência na transformação ocorrida na paisagem.

Os que apresentaram um grau de influência sobre a transformação da paisagem leve foram divididos em dois grupos. O primeiro (Geração de estéreis, geração de resíduos sólidos e dispersão de poeiras e gases), são aqueles que mesmo ocorrendo na área tiveram sua intensidade/abrangência de ocorrência reduzida, de maneira

quesua influência na transformação da paisagem não é significativa. O segundo (redução da produção primária, deslocamento da fauna e perdas de espécies da fauna), não apresentou significativa influência na transformação da paisagem, em razão de anteriormente a implantação do empreendimento a área ser composta por uma pastagem, assim esses aspectos, efeitos e impactos tem sua intensidade restringida.

Tabela 6 - Influencia dos aspectos, efeito e impactos ambientais na transformação da paisagem

<i>Aspectos, Efeitos e Impactos Ambientais</i>	<i>Grau de influência sobre a transformação da paisagem</i>
Alteração das características do solo	Grave
Alteração da topografia local	Grave
Geração de estéreis	Leve
Geração de resíduos sólidos	Leve
Alteração da qualidade do solo	Moderado
Aumento da erosão	Alto
Aumento do risco de escorregamento de taludes	Alto
Dispersão de gases e poeira	Leve
Alteração do regime hidrológico	Insignificante
Alteração da carga de sedimentos nos corpos d'água	Insignificante
Fragmentação da cobertura vegetal	Grave
Perda da cobertura vegetal	Grave
Redução da produção primária	Leve
Alteração ou destruição de habitats terrestre	Insignificante
Diminuição da disponibilidade de nutrientes	Moderado
Diminuição da produtividade dos ecossistemas	Moderado
Deslocamento da fauna	Leve
Perdas de espécies da fauna	Leve
Criação de novos ambientes	Alto
Modificação das formas de uso do solo	Grave
Aumento da oferta de empregos	Insignificante
Impacto visual	Grave
Limitação das opções de uso do solo	Grave

Fonte: Aatoria Própria

A influência de grau moderado na transformação da paisagem foi composta por aspectos, efeitos e impactos relacionados à qualidade do solo e a disponibilização de nutrientes na camada exposta do solo, comprometendo assim o desenvolvimento da

vegetação, afetando dessa forma de maneira significativa a transformação da paisagem.

Com uma substancial e significativa influência sobre a transformação da paisagem, os aspectos, efeitos e impactos classificados como alto, estão relacionados a perda de solo e a alteração da vegetação. O aumento da erosão e o aumento do risco de escorregamentos de taludes se mostraram presentes na área de maneira visível e significativa, e exercendo uma considerável interferência na paisagem.

Os processos erosivos que ocorrem no local encontram-se em um estágio consideravelmente avançado, e com uma intensidade significativa, visto que a área de extração apresenta pouca vegetação principalmente na parte de encostas, a tendência desses processos é aumentar com o tempo e sua influência sobre a mudança de paisagem que já é considerável passaria a ter um caráter predominante sobre a paisagem. O escorregamento de talude demonstrou uma pequena frequência de ocorrência, pois os únicos deslizamentos verificados na área foram anteriores ao monitoramento da área, e foram porções pequenas de solo, contudo, mesmo sendo uma quantidade reduzida de solo, sua influência sobre a paisagem se mostrou substancial, pois altera de maneira visivelmente perceptível, tanto onde o solo se deposita quanto o local que sofre a perda de solo.

A criação de novos ambientes tem substancial influência na transformação da paisagem, pois a criação dos ecossistemas na circunvizinhança das lagoas de acúmulo de água da chuva proporciona a formação de vegetação que a diferencia dos demais pontos da paisagem atual e da paisagem de pastagem anteriormente estabelecida no local.

Devido a natureza do empreendimento que é baseada na remoção do solo, na escarificação do talude e na remoção da vegetação, alguns dos aspectos, efeitos e impactos identificados apresentaram um grau grave de influência sobre a transformação da paisagem, e foram divididos em três grupos.

O primeiro grupo (alteração das características do solo e alteração da topografia local) são os aspectos relacionados à remoção do solo, pois ocasiona uma mudança drástica na paisagem e de maneira predominante, pois essas alterações foram

ocasionadas com grande intensidade sobre o local, principalmente do ponto de vista da paisagem.

O segundo grupo (fragmentação da cobertura vegetal e a perda da cobertura vegetal) é caracterizado pela remoção e alteração da cobertura vegetal no local de extração, pois ao início das atividades do empreendimento teve a remoção da pastagem junto com o solo para se ter acesso ao arenito, ocasionando uma alteração na paisagem do local de maneira dominante, e posteriormente, conforme algumas áreas foram sendo desativadas possibilitou-se que pequenos ecossistemas e algumas gramíneas comesçassem a se estabelecer no local, e a paisagem sofreu alterações tanto quando se compara com a parte ativa do empreendimento e com a paisagem inicial de pastagem.

E por fim o terceiro grupo (modificação das formas de uso do solo, impacto visual e limitação de uso do solo), constitui a mudança da paisagem de maneira dominante quando se avalia o entorno da área de extração, que era composto por pastagem, e passou a ser utilizado no cultivo de eucalipto, pois ele reduziu o impacto visual causado pela área de extração a quem passa pelo local, mas do ponto de vista da transformação da paisagem, pode ser considerado o que mais teve influência sobre a transformação da paisagem no local e que abrangeu uma grande área, quando comparada em questões de dimensões com a área de extração de areia.

Os aspectos, efeitos e impactos que influenciaram a transformação da paisagem classificados como alto ou grave, não necessariamente, requerem que eles sejam mitigados com o objetivo de alcançar a sua característica inicial, pois mesmo ocasionando mudanças na paisagem, ele trouxe benefícios comparados com a paisagem anterior, como no caso da formação de ecossistemas, que indica a recuperação de áreas que sofreram a perda da camada orgânica do solo, e a possibilidade do restabelecimento da vegetação no local, e da substituição da pastagem no entorno pelo cultivo do eucalipto, que assim aumentou a estabilidade do solo, diminuindo o risco de movimentação de talude e erosão (dois impactos que tem uma substancial influência na transformação da paisagem), e reduz o impacto visual causado pela área de extração naqueles que usam a rodovia próxima ao local.

5.4 MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Os aspectos, efeitos e impactos ambientais identificados na área de extração apresentaram na maioria dos casos uma relação com a remoção do solo e com a remoção da vegetação. A partir dessa relação pode-se presumir que apenas algumas medidas mitigadoras voltadas para atenuar os efeitos da remoção do solo e da vegetação reduziram consideravelmente a intensidade dos aspectos, efeitos e impactos identificados na área.

A estabilização dos taludes se mostra necessário para a redução da velocidade dos processos erosivos, e mesmo com a área em atividade, ela já conta com uma considerável da área desativada, onde métodos de estabilização de talude podem ser empregados.

Uma alternativa seria o uso de muros de Gabiões, que segundo Chuva (2011), são compostos por gaiolas metálicas preenchidas com pedras arrumadas manualmente e construídos com fios de aço galvanizado em malha hexagonal com dupla torção. Ainda de acordo com Chuva (2011), as principais características são a sua flexibilidade, que possibilita que a estrutura se acomode a recalques diferenciais e a sua alta permeabilidade.

O uso de muros gabiões pode ser uma alternativa viável, já que as únicas obras necessárias para instalá-los, além da montagem, é a limpeza do terreno próximo a encosta seu nivelamento, sua porosidade permite que a água passe através dele reduzindo assim sua velocidade, e conseqüentemente sua capacidade de transportar o solo, e permitir o desenvolvimento de vegetação, servindo principalmente como um suporte para a mesma.

Outra alternativa para a estabilização do talude é o uso solo reforçado com geotêxtil, que conforme o Departamento Técnico – Atividade Bidin (1993), a estrutura de solo reforçado é um aterro reforçado com inclusões de geotêxtil, praticamente vertical, revestido com um material resistente visando a proteção contra intempéries e vandalismo. O Geotêxtil aumenta a resistência da massa de solo, proporcionando assim uma eficiente transmissão de esforços, devido a sua alta interação com esses materiais

e diminuindo a compressibilidade do material assim formado (DEPARTAMENTO TÉCNICO – ATIVIDADE BIDIN, 1993).

O solo reforçado com geotêxtil são de fácil aplicação, apresenta uma rápida construção e proporciona uma significativa redução nos custos comparado aos métodos convencionais (DEPARTAMENTO TÉCNICO – ATIVIDADE BIDIN, 1993). Além disso ele permite o uso da vegetação em sua cobertura, diminuindo assim o impacto visual causado pelo mesmo.

Considerando que alguns trechos da área desativada recentemente, o talude tem cerca de 10 metros de altura, o método mais indicado para a estabilização do mesmo seria o de solo reforçado com geotêxtil, pois Plácido et. al. (2010), afirma que mesmo que ambos os métodos apresentem um maior custo conforme a altura do talude aumenta, o solo reforçado com geotêxtil tem um custo muito inferior ao muro de gabião, tornando-se uma alternativa viável.

Com relação à mitigação dos impactos decorrentes da remoção da vegetação, técnicas de recuperação podem já começar a ser implementadas, pois na parte desativada da área de extração apresenta o desenvolvimento de gramíneas em uma considerável área, um indicativo de que o abandono da área para a sucessão natural seria um método viável de recuperação da vegetação.

O restabelecimento da vegetação, segundo Neri e Sánchez (2012), por se tratar de uma área pequena poderia ser realizado por sucessão natural, porém o solo no local não foi conservado e a camada orgânica foi perdida, e a área de entorno é usada no cultivo de Eucalipto, inviabilizando a sucessão natural como técnica única, pois para garantir a presença de espécies nativas na área é necessária o uso de outras técnicas adicionais de recuperação da vegetação.

Com isso uso de sementes e mudas das espécies nativas é uma opção vantajosa, pois Neri e Sánchez (2012) afirmam que o uso de sementes e mudas nativas selecionadas próximas a área confere uma maior viabilidade e taxa de sucesso dos plantios, pois elas já se encontram adaptadas às características climáticas do local.

Um método para a realização da revegetação seria o plantio em linhas, que segundo Moraes et. al. (2013) consiste na consorciação de espécies através da

alternância entre linhas somente com espécies pioneiras e secundárias iniciais, e linhas com espécies tardias intercalando-se entre as de rápido crescimento.

Junto da etapa do plantio pode se realiza a adubação do solo para repor parte dos nutrientes a fim de aumentar a taxa de sucesso das mudas, e também o transporte de da camada superior do solo de área nativa, que de acordo com Reis et. al. (2003), a transposição de solo consiste na retirada de parte do horizonte orgânico do solo (serapilheira mais os primeiros 5 cm do solo) de uma área de sucessão avançada, que no caso do empreendimento seria as áreas nativas mais próximas. Essa camada transportada além de conter diversos nutrientes ainda conta com um banco de sementes de espécies nativas da área e a fauna que compõem esse solo que é essencial para a recuperação da qualidade do solo.

A combinação desses dois métodos é recomendada pois, Pinheiro et. al. (2004) afirma que mesmo com o restabelecimento da fisionomia florestal alcançado plantio de espécies arbóreas em área degradada e o surgimento de vegetação espontânea, a melhoria da qualidade do solo não foram possíveis á curto prazo, o que pode ser obtido com a regeneração natural e com a transposição da camada superior do solo.

Através do plantio de mudas e transposição do solo inicialmente, e a sucessão natural posteriormente, visa-se recuperar a vegetação e a qualidade do solo garantindo a presença de espécies da região.

Uma abordagem para aumentar a taxa de sucesso nesse caso seria usar os ecossistemas que formaram na área desativada próximos aos locais que demonstraram um acúmulo de água formando lagos, onde se concentraria a transposição das amostras do banco de sementes das áreas com vegetação nativa nas proximidades, e o plantio das mudas, que teria início nesses locais.

Com o tempo esses ecossistemas tendem a se desenvolverem, e gradativamente renovar a camada de solo orgânico, e criarem novos habitats, atraindo animais que contribuiram para o desenvolvimentos desses.

E mesmo parecendo um processo lento, essas práticas podem ser aplicadas mesmo com parte da área de extração em funcionamento, pois ela seria inserida e desenvolvida em partes que foram desativadas e não se tem perspectiva de voltar a realizar a extração naquele local, com isso quando a área for desativada de maneira

completa a possibilidade de uma sucessão natural se torna uma prática de recuperação admissível de ser executada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram atingir os objetivos previstos neste trabalho, pois foi possível realizar a caracterização física do solo que compõe a área de extração, foram identificados os aspectos, efeitos e impactos ambientais decorrentes do processo de extração da areia, foi avaliada a influência destes na transformação da paisagem e foi proposta medidas de mitigação dos mais graves.

Os impactos ambientais identificados demonstraram que mesmo o empreendimento sendo de pequeno porte, acarreta diversas transformações negativas ao meio ambiente, tanto no local de extração quanto em seu entorno próximo, contudo as características de topografia contribuíram para que alguns impactos em larga escala não ocorressem ou fossem apenas parciais.

A transformação da paisagem na região sofreu grande influência de aspectos e impactos ocasionados pelo processo de extração, principalmente devido a remoção da vegetação e do solo. Considerando que a paisagem anterior ao estabelecimento do empreendimento era a de pastagem, a remoção da camada superficial do solo para acessar o arenito teve um impacto negativo sobre a mesma, porém as áreas desativadas demonstraram com a formação dos ecossistemas que com algumas medidas para desenvolvê-los, pode-se alcançar características das florestas nativas da região, e mesmo que essa transformação na paisagem tenha uma grave influência sobre a paisagem quando comparada as duas anteriores, ainda assim é a que apresenta um impacto mais positivo por trazer de volta características da vegetação nativa do local.

As medidas de mitigação propostas visaram à mitigação dos impactos que tem uma maior influência sobre a paisagem, com o menor custo possível e que requeressem pouca mão-de-obra qualificada e pouca manutenção após a sua implementação na área.

Assim, a continuação dos estudos e monitoramentos na área para a implementação das medidas de mitigação propostas e a avaliação dos efeitos das mesmas, são pontos que podem ser discutidos futuramente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Raquel Olimpia Peláez Ocampo. **Revegetação de áreas mineradas: Estudo dos procedimentos aplicados em minerações de areia**. 2002. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo. 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-19022004-164619/en.php>>. Acessado em 07 de Nov. de 2014.
- ARAUJO, G. H. de S; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T; **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**. Resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14001**. Sistemas da Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para o uso. Rio de Janeiro, 2004.
- BITAR, Omar Yazbek. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 193 f. Tese (Doutorado em engenharia) – Escola Politécnica de São Paulo, 1997.
- BRASIL. **Constituição Federal** (1988). Sumário. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acessado em 10 de Abr. de 2016.
- BRASIL. Decreto-lei nº227, de 28 de fevereiro de 1967. Código de mineração. **Legislação de direito ambiental**. 6. Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- BRASIL. Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978. Dispõe sobre regime especial para exploração eo aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. **Legislação de direito ambiental**. 6. Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- BRASIL. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e das outras providências. **Legislação de direito ambiental**. 6. Ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- BRASIL. Lei nº 9314, de 14 de novembro de 1996. Código de minas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9314.htm>. Acessado em 25 de Jan. de 2016.
- BRUM, Irineu Antônio Schadash de. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração**. 2000. 22 f. Monografia (Especialização em gerenciamento e tecnologias ambientais na indústria) – Escola Politécnica, Departamento de hidráulica e saneamento, 2000.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 6 ed. v. 1. 1989

CHUVA, Francisco António Cardoso Duarte Rodrigues. **Análise de um Muro de Suporte de Terras**. 2011. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006948.pdf>>. Acessado em 20 de Out. de 2016

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

DAS, Braja M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. Tradução da 6 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

DEPARTAMENTO TÉCNICO – ATIVIDADE BIDIM. **Estrutura de contenção em solo reforçado co Geotêxtil Bidim na duplicação da Rodovia BA-099**. São José dos Campos. 1993. 11 p. Disponível em: <[http://www.bidim.com.br/download/?path=/public/files/cases/136517418813651741883875638824.pdf&filename=ESTRUTURA%20DE%20CONTEN%C3%87%C3%83O%20EM%20SOLO%20REFOR%C3%87ADO%20COM%20GEOT%C3%8AXTIL%20BIDIM%20NA%20DUPLICA%C3%87%C3%83O%20DA%20RODOVIA%20BA-099%20\(tecnico\).pdf](http://www.bidim.com.br/download/?path=/public/files/cases/136517418813651741883875638824.pdf&filename=ESTRUTURA%20DE%20CONTEN%C3%87%C3%83O%20EM%20SOLO%20REFOR%C3%87ADO%20COM%20GEOT%C3%8AXTIL%20BIDIM%20NA%20DUPLICA%C3%87%C3%83O%20DA%20RODOVIA%20BA-099%20(tecnico).pdf)>. Acessado em 20 de Out. de 2016.

DIAS, J. E; GOMES, O. V. de O; REZENDE, A. de S; SALLES, R. do R; GÓES, M. H. de B. Áreas Críticas de erosão de solo no município de volta redonda – RJ. **Caminhos da Geografia**. n. 21. 2005. Disponível em: <www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/15462/8752>. Acessado em 08 de Set. de 2016.

FABIANOVICZ, Rosemari. **Conflito entre a extração de areia e a expansão urbana na região da Grande Curitiba (PR)**. 1998. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geociências –Área de Administração e Política de Recursos Minerais) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 1998. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000130226&fd=y>>. Acesso em: 06 de Nov. de 2014.

FILHO, José Zucca Moraes. **O Assoreamento nos Lagos Igapó I e II na cidade de Londrina - Pr**. 78 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/geo/tcc/166_oassoreamentodoslagosigapo1e2nacidadedelondrina_apr_2014.pdf>. Acessado em 12 de Set. de 2016.

FRANCO, A. A; DIAS, L. E; FARIA, S. M. de; CAMPELLO, E. F. C; SILVA, E. M. R. da. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida do solo: um modelo tecnológico. **O ecologia Brasileenses**. v. 1,

Rio de Janeiro, 1995. Disponível em:
<<http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/download/10/832>>.
Acessado em 07 de Jun. de 2016.

GOMES, P. F; Proposta de Metodologia para a Avaliação de Impacto Paisagístico, com Estudo de Caso na Península Keller, Antártica. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 13, 2010, Canela. **Anais Eletrônicos...** Espírito Santo: UFES, 2010. Disponível em:
<<http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/GOMES,%20P.%20F-.%20F-E.pdf>>.
Acessado em 14 de Set. de 2016.

GROSSI, J; VALENTE, J. **Guia Prático para Cálculo de Recursos e Reservas Minerárias**. O Portal do Geólogo, 2003. Disponível em:
<<http://www.geologo.com.br/JORC.ASP>>. Acessado em: 25 de Jan. de 2016.

GUERRA, Antônio José Teixeira. Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. **Revista do Departamento de Geografia**. n. 16. 2005. Disponível em:
<<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47282/51018>>. Acessado em: 18 de Ago. de 2016.

GUIMARRÃES, J. C. C; CHAGAS, J. M; CAMPOS, C. C. F; ALECRIM, E. da F; MACHADO, F.S; Avaliação dos aspectos e impactos ambientais decorrentes da mineração de bauxita no sul de Minas Gerais. **Enciclopédia Biosfera**. v. 8. n. 15. Goiânia, 2012. Disponível em:
<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/avaliacao%20dos%20aspectos.pdf>>. Acessado em 06 de set. de 2016.

HAMMES, Valéria Sucena; Erosão, um indicador de impacto ambiental. **Embrapa**. v. 4, p. 40-43, Brasília, 2002. Disponível em:
<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Hammes_ErosaoIndicadorImpactoAmbiental_000fdqa4w5902wx5eo0a2ndxy0s1ley4.pdf>. Acessado em 08 de Set. de 2016.

IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004. 332 p. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/vocabulario.pdf>>. Acessado em 10 de mar. de 2016.

IBRAM. **Informações e análises da economia mineral brasileira**. 7. ed. 2012. 68 p.

ICMM. **Diretrizes de Boas Práticas para Mineração e Biodiversidade**. 2006. Disponível em: <<http://www.icmm.com/document/438>>. Acessado em: 06 de Jun. de 2016.

MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista RA'EGA**. n. 8. Curitiba, 2004. Disponível em:
<revistas.ufpr.br/raega/article/download/3391/2719>. Acessado em 06 de Set. de 2016.

MELO, João Carlos de. Aspectos da mineração em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. 2014. Belém. **IBRAM Amazônia**. Disponível em: <www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000065.doc>. Acessado em 06 de set. de 2016.

MOLLETA, Idene Maria. **Área degradada pela extração de areia: um estudo da derivação da paisagem no bairro do Umbará**. 2005. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 2005. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/3169/Area%20Degradada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acessado em 31 de Ago. de 2016.

MORAES, L. F. D. de; ASSUMPÇÃO, J. M; PEREIRA, T. S; LUCHIARI, C. **Manual Técnico para a Restauração de Áreas Degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 80 p. Disponível em: <http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/outrosassuntos/manual_tecnico_restauracao.pdf>. Acessado em 28 de Nov. de 2016.

NERI, Ana Claudia; SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Guia de Boas Práticas de Recuperação Ambiental em Pedreiras e Minas de Calcário**. São Paulo: ABGE, 2012.

NETO, Caetano Dallora. **Análise das vibrações resultantes do desmonte de rocha em mineração de calcário e argilito posicionada junto à área urbana de Limeira (SP) e sua aplicação para a minimização de impactos ambientais**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geociências – Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 2004. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92818/dalloraneto_c_me_rcla.pdf?sequence=1>. Acessado em 26 de Abr. de 2016.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de ecologia**. 6. Ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkain, 2004.

OLIVEIRA, I. S. D. de; MONTAÑO, M; SOUZA, M. P. de. **Avaliação ambiental estratégica**. São Carlos: Suprema, 2009.

PARANÁ: Mapa climático. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. 2008.

PARANÁ, Portaria IAP N° 40, de 08 de março de 2010. Define Critérios administrativos para o licenciamento ambiental de atividades de mineração do Estado do Paraná. **Instituto Ambiental Paraná**. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/POR_TARIAS/PORTARIA_IAP_40_2010_REGULAMENTA_MINERACAO.pdf>. Acessado em: 11 de Abr. de 2016.

PELLENZ, Elbio. **Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais da mineração no Paraná**. Mineropar. 2001.

PINHEIRO, R. A; FISCH, S. T; ALMEIDA, A. de. A cobertura Vegetal e as características do solo em áreas de extração de areia. **Revista Biociência**. Taubaté. v. 10. n. 3. p. 103-110. 2004. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/167/134>>. Acessado em 28 de Nov. de 2016.

PLÁCIDO, R. R; KAMIJI, T. S. M. M; BUENO, B. de S. Análise comparativa de custos para diferentes alternativas de estruturas de contenção. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 15, 2010, Gramados. **Anais Eletrônicos...** Gramados: 2010. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/6409593-Analise-comparativa-de-custos-para-diferentes-alternativas-de-estruturas-de-contencao.html>>. Acessado em 20 de Out de 2016.

REIS, A; BECHARA, F. C; ESPÍNDOLA, M. B. de; VIERA, N. K; SOUZA, L. L. de. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**. v. 1. n. 1. p. 28-36. 2003.

ROSA, Roberto; SANO, Edson Eyji. Determinação da produtividade primária líquida (NPP) de pastagens na bacia do rio Paranaíba, usando imagens Modis. **GeoFocus**. N, 13-1, p. 367-395, 2013. Disponível em: <http://geofocus.rediris.es/2013/Articulo16_2013_1.pdf>. Acessado em 18 de Out. de 2016.

RIBAS, Sérgio Maurus. **Perfil da indústria de agregados**. Mineropar. 1999.

SÁNCHEZ, Luiz Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, G. G; GRIEBELER, N. P; OLIVEIRA, L. F. C. de. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14. n. 2. Campo Grande, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n2/v14n02a01.pdf>>. Acessado em 26 de Out. de 2016.

SILVA, A. P. M. da; VIANA, J. P; CALVACANTE, A. L. B. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Atividade de Mineração de Substâncias Não Energéticas**. Ipea, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814_relatorio_atividade_mineracao.pdf>. Acessado em 26 de Abr. de 2016.

SILVA, Carlos Henrique Rubens Tomé. Estocolmo´72, Rio de Janeiro´92 e Joanesburgo´02: as três grandes conferências ambientais internacionais. **Boletim do Legislativo**. n. 6, 2006. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/boletins-legislativos/boletim-no-6-de-2011-estocolmo72-rio-de-janeiro92-e-joanesburgo02-as-tres-grandes-conferencias-ambientais-internacionais>>. Acessado em 07 de abr. de 2016.

SILVA, João Paulo Souza. Impactos causados por mineração. **Revista Espaço de Sophia**. n. 8, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.registro.unesp.br/sites/museu/basededados/arquivos/00000429.pdf>>. Acessado em 11 de mar. de 2016.

SILVA, M. A. da; SILVA, M. L. N; CURI, N; AVANZI, J. C; LEITE, F. P. Sistemas de Manejo em Plantios Florestais de Eucalipto e Perdas de Solo e Água na Região do Vale do Rio Doce, MG. **Ciências Florestais**. v. 21, n. 4, p. 765-776, Santa Maria, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/viewFile/4520/3540>>. Acessado em: 17 de Out. de 2016.

SOARES, P. S. M; BORMA, L. de S. **Drenagem ácida e gestão de resíduos sólidos de mineração**. CETEM. Rio de Janeiro. 2002.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas: Métodos em Questão**. Tradução: Monteiro, C. A. F; Romariz, D. de A. São Paulo, Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, 1977. 49 p.

STRUGALE, M; ROSTIROLLA, S. P; MANCINI, F; FILHO, C. V. P. Compartimentação estrutural da formação Pirambóia e Botucatu na região de São Jerônimo da Serra, estado do Paraná. **Revista brasileira de Geociências**. V. 34, set. 2004. Disponível em: <<http://www.rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/view/A-1351/808>>. Acessado em 31 de mai. de 2015.

TRENTIN, Aline Biasoli. **Modelos para estimativa de biomassa em área de eucalipto no sudeste do Rio Grande do Sul**. 2014. 94 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/101397/000932131.pdf;sequence=1>>. Acessado em 18 de Out. de 2016.

TUBBS, D; MARQUES, E. D; GOMES, O. V. O; SILVA-FILHO, E. V. Impactos da Mineração de Areia sobre a Química das Águas Subterrâneas, Distrito Areeiro de Piranema, Municípios de Itaguaí e Seropédia, Rio de Janeiro. **Revista Brasileiro de Geociências**. Rio de Janeiro, set. 2011. Disponível em: <<http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/view/1582>>. Acessado em 30 de mai. de 2015.

ZOCCAL, José Cezar. **Caderno de estudos em conservação do solo e água – Adequação de Erosões: Causas, consequências e controle da erosão rural**. CODASP. v. 1. n. 1. 2007. Disponível em: <<http://www.codasp.sp.gov.br/site/images/stories/Arquivos/LIVRO%20-%20ZOCALSolucoes%20Volume%2001%20-%20Erosoes.pdf>>. Acessado em 08 de Set. de 2016.

ANEXO A – Checklist para mineração

Físico		
Efeitos e Aspectos	Consta	Observações
Alteração de características do solo (estrutura, compactação, etc.)	Sim	O empreendimento consiste basicamente na remoção das camadas de arenito presentes, e ocorre o tráfego de máquinas alterando assim as características do solo
Alteração da topografia local	Sim	A topografia no local foi grandemente alterada devido a remoção do solo pra extração de areia
Alteração da rede hidrográfica	Não	
Alteração do regime hidrológico	Parcial	O local de extração se encontra em um divisor de bacia, isso combinado com a forma como foi realizada a extração contribui para que os efeitos no regime hidrológico não fossem grandes.
Aumento da Erosão	Sim	A área sofre aumento de erosão devido a remoção da camada vegetal, pode ser observado a ação do vento e da água no local
Alteração da carga de sedimentos nos corpos d'água	Parcial	A nascente mais próxima do local se encontra a cerca de 200 m, porém a topografia faz com que a água escoe na direção oposta a sua localização, contudo foi observada a possibilidade de eventualmente a água de a chuva carrear sedimentos para o corpo hídrico, entretanto a distância para a mesma alcançá-lo e os obstáculos no caminho reduzem a quantidade de sedimentos
Geração de estéreis	Sim	Remoção da camada superior pra ter acesso ao arenito
Geração de rejeitos	Não	
Geração de resíduos sólidos	Sim	Geração de estéreis
Dispersão de gases e poeiras	Sim	Ação do vento causa a dispersão de poeira
Emissão de ruído	Não	
Emissão de vibração e sobre pressão atmosférica	Não	
Dispersão de efluentes líquidos	Não	
Rebaixamento ou elevação	Não	

do nível do lençol freático		
Subsidência	Não	
Aumento do risco de escorregamentos de taludes	Sim	Devido a remoção da vegetação
Impactos	Consta	Observações
Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	Não	
Alteração do regime de escoamento das águas subterrâneas	Não	
Alteração da qualidade do ar	Não	
Alteração da qualidade do solo	Sim	Remoção da camada com matéria orgânica, banco de sementes e erosão
Alteração das condições climáticas locais	Não	
Biótico		
Efeitos e Aspectos	Consta	Observações
Interferência sobre processos bióticos nos corpos d'água (Ciclagem de nutrientes)	Não	
Eutrofização de corpos d'água	Não	
Bioacumulação de poluentes	Não	
Fragmentação da cobertura vegetal	Sim	Remoção da vegetação para ter acesso ao arenito
Perda de cobertura vegetal	Sim	Remoção da vegetação para ter acesso ao arenito
Impactos	Consta	Observações
Alteração ou destruição de habitats terrestres	Parcial	Ao início da extração a área já se encontrava alterada, pois era uma área de pastagem
Alteração de habitats aquáticos	Não	
Redução de produção primária	Parcial	A área perdeu uma área de pastagem onde é realizado a extração, porem, seu entorno se tornou uma área de cultivo de eucalipto, aumentando assim a produção primaria, se

		comparado a uma área de pastagem
Diminuição da disponibilidade de nutrientes	Sim	Remoção da camada orgânica do solo para acessar o material ocasionou a perda de nutrientes
Diminuição da produtividade dos ecossistemas	Sim	A redução da produtividade primária e remoção da matéria orgânica do solo diminui a produtividade do solo
Deslocamento da fauna	Sim	A micro fauna presente no solo foi deslocada junto com o mesmo
Perda de espécimes de fauna	Sim	Espécies da micro fauna presente no solo foram perdidas com a remoção e o acúmulo deste solo em pilhas de estéril o usado no nivelamento da rodovia.
Criação de novos ambientes	Sim	A parte desativada da área de extração apresentou a formação de ecossistemas em locais onde a água acumula e a criação de encostas que foram escavadas para servir de abrigo para animais
Proliferação de vetores	Não	
Antrópico		
Efeitos e Aspectos	Consta	Observações
Modificação da infraestrutura de serviços	Não	
Deslocamento de assentamentos humanos	Não	
Indução de fluxos migratórios	Não	
Modificação das formas de uso do solo	Sim	O solo era usado para pastagem, e com a remoção do mesmo de parte dele para extração da areia, e o entorno passou a ser usado para cultivo de eucalipto
Alteração ou destruição de sítios de interesse cultural ou turístico	Não	
Aumento do tráfego de veículos	Não	
Aumento da demanda de bens e serviços	Não	
Aumento da oferta de empregos	Parcial	A área de extração é pequena, então requer poucos funcionários, e não é feita de maneira constante
Impactos	Consta	Observações
Impacto Visual	Sim	Devido à remoção da vegetação, o impacto visual

		sobre a paisagem é bem visível, porém, o cultivo de eucalipto limitou a visão de boa parte da área de extração
Desconforto ambiental	Não	
Riscos à saúde humana	Não	
Substituição de atividades econômicas	Não	
Incremento da atividade comercial	Não	
Aumento local de preços	Não	
Aumento da população	Não	
Sobrecarga da infraestrutura de serviços	Não	
Expansão da infraestrutura local e regional	Não	
Perda de patrimônio cultural	Não	
Perda de referências espaciais à memória e à cultura popular	Não	
Redução da diversidade cultural	Não	
Alteração dos modos de vida tradicionais	Não	
Alteração das relações socioculturais	Não	
Limitação das opções de uso do solo	Sim	A remoção da camada orgânica do solo comprometeu uso na agricultura
Aumento da arrecadação tributária	Não	
Qualificação profissional da mão-de-obra local	Não	